เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร : กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)

นาย ศุภชัย ไชยน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TECHNICAL CONDITION OF PRECAST CONCRETE CLADDING IN HIGH-RISE BUILDINGS: A CASE STUDY OF LUMPINI PLACE PROJECT (NARATHIWAT-CHAOPRAYA) AND CITY SMART CONDO PROJECT (PATHUMWAN)

Mr. Supachai Chaiyon

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491317

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร : กรณีศึกษา โครงการลุมพินี เพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)
โดย	นายศุภชัย ไชยน
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ชลธี อิ่มอุดม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลาหชัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ชลธี อิ่มอุดม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

..... กรรมการ
(นายพิเชษฐ ศุภกิจจานุสันติ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภชัย ไชยน : เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร : กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) TECHNICAL CONDITION OF PRECAST CONCRETE CLADDING IN HIGH-RISE BUILDING: A CASE STUDY OF LUMPINI PLACE PROJECT (NARATHIWAT-CHAOPRAYA) AND CITY SMART CONDO PROJECT (PATHUMWAN) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ชลธี อิ่มอุดม, 161 หน้า.

ในการทำวิจัยเรื่อง เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร : กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) ที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL กับโครงการ ซิตี้สมาร์ทคอนโด (ปทุมวัน) ที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อดีข้อด้อยต่างๆ ในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง แรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ ราคา ระยะเวลา และปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างพร้อมทั้งศึกษา การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังก่ออิฐ ในหัวข้อเดียวกัน โดยนำแบบอาคาร A ของโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) เป็นอาคารสูง 29 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 40,990 ตร.ม. และแบบอาคาร B ของโครงการซิตี้สมาร์ทคอนโด (ปทุมวัน) เป็นอาคารสูง 27 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 41,822 ตร.ม. มาเป็นกรณีศึกษา การดำเนินงานวิจัยใช้วิธีเฝ้าสังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ และจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

ผลการศึกษาพบว่า ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL มีความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารสูง เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนการก่อสร้าง ระยะเวลา และราคาลงได้ และพบว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันที่โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL จะทำการเตรียมเส้น OFFSET LINE เอาไว้สำหรับเช็คแนวระดับในการติดตั้ง และกำหนดช่วงเวลาการใช้ทาวเวอร์เครนไม่ให้ตรงกับระยะเวลาการใช้งานส่วนอื่นๆ ของทางโครงการ ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการติดตั้งลงได้ และระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมีขั้นตอนมากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ ในเรื่องระยะเวลาการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL ใช้เวลาในการก่อสร้างเร็วที่สุดเฉลี่ย 8วัน/ ชั้น เท่ากับ 29.19 ตร.ม./ วัน โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 12วัน/ ชั้น เท่ากับ 20.45 ตร.ม./ วัน และโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 14วัน/ ชั้น เท่ากับ 17.54 ตร.ม./ วัน ในเรื่องของแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL ใช้แรงงานจำนวน 27 คน และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ใช้แรงงานจำนวน 29 คน ซึ่งจะมีจำนวนแรงงานที่ใกล้เคียงกัน และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐจะใช้จำนวนแรงงานมากกว่า ในเรื่องราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีราคาค่าก่อสร้างมากที่สุดเท่ากับ 1,635 บาท/ ตร.ม. โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL มีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 1,380 บาท/ ตร.ม. และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐมีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 693 บาท/ ตร.ม. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างสามารถแยกออกได้เป็น กลุ่มปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต, กลุ่มปัญหาที่เกิดจากการวางแผนงาน, กลุ่มปัญหาทางด้านเทคนิคในการก่อสร้าง, กลุ่มปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการก่อสร้างอื่นๆ

ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL มีความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารสูง แต่ต้องขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการขนส่งติดตั้ง เหมาะกับโครงการที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง เช่นอาคารประเภทอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ที่ต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นการเลือกใช้ระบบในการก่อสร้าง ควรศึกษาทำความเข้าใจถึงระบบและเหตุผลในการเลือกใช้ ซึ่งทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างอาคารได้

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2549..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##4874180325 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD : PRECAST CONCRETE CLADDING/ HIGHRISE BUILDING/ CONSTRUCTION

SUPACHAI CHAIYON: TECHNICAL CONDITION OF PRECAST CONCRETE CLADDING IN HIGH-RISE BUILDING: A CASE STUDY OF LUMPINI PLACE PROJECT (NARATHIWAT-CHAOPRAYA) AND CITY SMART CONDO PROJECT (PATHUMWAN). THESISADVISOR: ASSOC.PROF. CHONLATHI IM-UDOM, 161 pp.

The present study aimed at comparing the technical condition of precast concrete cladding using the 'panel' parts at Lumpini Place Project (Narathiwat-Chaopraya) and the 'component' parts at City Smart Condo (Patumwan) to determine the advantages and disadvantages of the construction using precast concrete cladding in terms of steps and construction methods, construction techniques, labor, tools, equipment, costs, construction times, and construction-related problems. The case study involved the comparison of Building A of Lumpini Place Project (Narathiwat-Chaopraya), a 29-storey high-rise 40,990 square meters in utility space and Building B of City Smart Condo (Patumwan), a 27-storey high-rise 41,822 square meters in utility space. Data were collected by means of observation, field records, photographing, and interviews of project operators.

According to the study findings, the precast concrete cladding with the panel parts is appropriate for constructing high-rises because it can reduce steps in construction, construction time, and cost. It was found that the steps and construction methods using the panel parts and the component parts are rather similar. The differences are that in the panel system, the offset line is prepared in advance to check the level of installation and the time for use of the tower crane will be set apart from other uses in the project, thus a reduction in installation time. In addition, the precast concrete cladding involves more steps than the traditional brick-walled construction system. As regards construction times of outer walls, the shortest construction time for the panel system is 8 days per storey on average, or 29.19 square meters per day. On the other hand, the shortest duration for the component system is 12 days per storey on average, or 20.45 square meters per day. The shortest construction time for the traditional brick-walled construction system is 14 days per storey on average, or 17.54 square meters per day. In terms of labor required for construction of outer walls, the panel system requires 27 construction workers, while the component system needs 29 workers. However, the traditional brick-walled system needs a larger number of construction workers. Regarding construction costs, the component system has the highest cost of 1,635 baht per square meter, the cost of the panel system is 1,380 baht per square meter, and that of the traditional brick-walled system is 693 baht per square meter. Finally, the construction-related problems are problems regarding steps in construction, planning problems, technical problems, and other construction problems and obstacles.

In summary, the precast concrete cladding with the panel system is appropriate for constructing high-rise buildings. However, the effectiveness of this system depends on the size of the installation machines. It is also suitable for projects which need to be completed in a shorter duration such as real estate buildings which requires short-time returns. Therefore, when selecting the most appropriate construction system, the characteristics of the system and the underlying reasons for the selection should be taken into account to ensure proper financial returns.

Department.....Architecture..... Student's signature.....

Field of study.....Architecture..... Advisor's signature.....

Academic year.....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและเสนอแนวทาง ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

- ผศ. พรชัย เลาหชัย ประธานกรรมการ
- รศ. ชลธี อิ่มอุดม อาจารย์ที่ปรึกษา
- รศ.ดร. ชวลิต นิตยะ กรรมการวิทยานิพนธ์
- รศ. ไตรรัตน์ จารุทัศน์ กรรมการวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบุคลากรจาก โครงการ ลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- คุณ พิเชษฐ์ ศุภกิจจานุสันติ์ กรรมการบริหาร บริษัท แอล พี เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)
- คุณ รติกร ไทรงาม ผู้จัดการโครงการ
- คุณ เจตุ, คุณ เสรี, คุณ สัมฤทธิ์ บริษัท พรีคาสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

ขอขอบคุณบุคลากรจาก โครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- คุณ ชัยยศ มหานิล วิศวกรดูแลการติดตั้ง
- คุณ ไพศาล, คุณ ชาญชัย บริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่คอยให้พลังกายและกำลังใจ ครูบาอาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้เอ่ยนามในนี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตามระยะเวลาที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญแผนภูมิ..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 สมมติฐานงานวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 3

1.6 ข้อจำกัดงานวิจัย..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม..... 5

2.2 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป..... 6

2.3 คำจำกัดความของการผลิต..... 7

2.4 ระบบที่สำคัญๆ ของกรรมวิธีในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม..... 8

2.5 เทคโนโลยีระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 10

2.6 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป..... 13

2.7 หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม..... 15

2.8 การวางแผนการบริหารการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป..... 19

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น..... 23

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย..... 24

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 24

หน้า

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 25
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 25
3.6 การสรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 26

บทที่ 4 รายละเอียดโครงการ

4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา..... 28
4.2 รายละเอียดการก่อสร้าง..... 46

บทที่ 5 ผลการศึกษาวิจัย

5.1 ขั้นตอนการออกแบบ และการผลิต..... 49
5.2 ลักษณะชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 69
5.3 วิธีการก่อสร้าง..... 76
5.4 การบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 93
5.5 ผลการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้างและระยะเวลาการก่อสร้าง..... 99
5.6 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้าง..... 110
5.7 รายละเอียดของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐ..... 115

บทที่ 6 การวิเคราะห์ผล

6.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง..... 117
6.2 การวิเคราะห์ด้านเทคนิคในการก่อสร้าง..... 124
6.3 การวิเคราะห์ด้านแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 131
6.4 การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง..... 133
6.5 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้าง..... 139
6.6 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง..... 141

บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลจากการวิจัย..... 144
7.2 ข้อเสนอแนะ..... 150

รายการอ้างอิง..... 153
ภาคผนวก..... 155
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 161

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การแบ่งชนิดของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยวรรณกรรมต่างๆ 12

4.1 แสดงรายละเอียดโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ 46

4.2 แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้าง 46

5.1 แสดงข้อมูลทั่วไปที่ได้จากการสำรวจ 67

5.2 แสดงข้อมูลจำนวนแรงงานส่วนโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและ
ส่วนประกอบติดตั้ง 67

5.3 แสดงข้อมูลเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป 68

5.4 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในสำนักงาน โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป 68

5.5 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนในโครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL .. 69

5.6 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนในโครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ
COMPONENT 73

5.7 แสดงข้อมูลแผ่นผนังสำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการ 75

5.8 แสดงรายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL 94

5.9 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL 95

5.10 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์สำนักงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ
PANEL 95

5.11 แสดงรายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ
COMPONENT 97

5.12 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ
COMPONENT 98

5.13 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์สำนักงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ
COMPONENT 98

5.14 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนของงานผนังคสล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL 99

5.15 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานผนังคสล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ
PANEL 99

5.16 แสดงราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL
เฉพาะอาคาร A 100

5.17 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้า ของการก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วน
แบบ PANEL 102

ตารางที่ หน้า

5.18 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนของงานผนังคสล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 105
5.19 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานผนังคสล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 105
5.20 แสดงราคาค่าก่อสร้างของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT106
5.21 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้า ของการก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 108
5.22 แสดงราคาต่อหน่วยที่ได้จากการประมาณราคาของวัสดุและแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง 115
5.23 แสดงสถิติการทำงานของช่างต่อวัน..... 116
6.1 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างด้วยแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการกับการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ..... 120
6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้าง..... 124
6.3 แสดงการเปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้างด้วยระบบผนังคสล. สำเร็จรูป..... 129
6.4 แสดงการเปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปกับการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ..... 130
6.5 แสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ขณะทำการก่อสร้างงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ..... 131
6.6 แสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ..... 132
6.7 แสดงเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานของทั้ง 2 โครงการ..... 132
6.8 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการที่หน้างานก่อสร้าง..... 133
6.9 แสดงการเปรียบเทียบราคาต่อหน่วยที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป..... 134
6.10 แสดงราคาต่อหน่วยที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังก่ออิฐภายนอกอาคารจากการจำลองแผนงานก่อสร้างเดิมของโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด..... 134
6.11 แสดงการเปรียบเทียบราคารวมค่าก่อสร้าง ระหว่างโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังคสล.สำเร็จรูป..... 137
6.12 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร ด้วยระบบผนังคสล.สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ..... 139
6.13 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ และแนวทางแก้ไข..... 141

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า
2.1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 14
3.1 แสดงวิธีดำเนินการวิจัย..... 27
5.1 แสดงการบริหารงานก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL..... 93
5.2 แสดงการบริหารการก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 96
6.1 แสดงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ..... 118
6.2 แสดงการเปรียบเทียบราคาต่อตารางเมตร ของการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร..... 135
6.3 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานก่อสร้างอาคาร โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังคสล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL..... 138
6.4 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานก่อสร้างอาคาร โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังคสล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 138
6.5 เปรียบเทียบความเร็วที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารโดยเฉลี่ย(ต่อชั้น)..... 140

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการลุมพินีเพลส 29
4.2 แสดงผังโครงการลุมพินีเพลส ไม่ได้เข้ามาตราส่วน 31
4.3 แสดงผังพื้นจอดรถชั้นที่ 1-5 และผังพื้นชั้นที่ 6 32
4.4 แสดงผังพื้นชั้นที่ 7-29 และผังพื้นชั้นดาดฟ้า 33
4.5 แสดงรูปด้านหน้า 34
4.6 แสดงรูปด้านข้าง 35
4.7 แสดงรูปด้านหลัง 36
4.8 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด 38
4.9 แสดงผังโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด ไม่ได้เข้ามาตราส่วน 40
4.10 แสดงผังพื้นจอดรถชั้นที่ 1-7 41
4.11 แสดงผังพื้นชั้นที่ 8-26 และผังพื้นชั้นที่ 27 42
4.12 แสดงรูปด้าน 1 43
4.13 แสดงรูปด้าน 2 และ 4 44
4.14 แสดงรูปด้าน 3 45
5.1 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยสังเขป 51
5.2 แสดงส่วนสำนักงานบริเวณชั้น 2 52
5.3 แสดงทางขึ้นสำนักงาน 52
5.4 แสดงสโตร์เก็บของและโรงผูกเหล็ก 52
5.5 แสดงบริเวณลานหล่อ 52
5.6 แสดงส่วนขัดแต่งผิวและกองเก็บชิ้นงาน 52
5.7 แสดงส่วน LOADING ขนส่งวัสดุชิ้นงาน 52
5.8 แสดงผังวางโต๊ะผนัง 53
5.9 แสดงรายละเอียดของโต๊ะหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 53
5.10 แสดงลักษณะของ PRO. (Production) จากฝ่ายออกแบบ 53
5.11 แสดงการเตรียมประกอบแบบข้าง 54
5.12 แสดงการยึดแบบข้างด้วยเหล็กและสกรู สามารถถอดปรับตามระยะของแบบได้ 54
5.13 แสดงการใส่โครงเหล็ก 54
5.14 แสดงการใส่ PLATE เหล็กเพื่อใช้สำหรับเป็นตัวเชื่อมยึดประกอบชิ้นส่วน 54
5.15 แสดง PLATE เหล็ก 55

ภาพที่ หน้า

5.16 แสดง BUCKET และเครนที่ใช้ในการขนส่ง 55
5.17 แสดงการขัดแต่งผิวคอนกรีต 55
5.18 แสดงการยกเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป 56
5.19 แสดงการเช็คและตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป 56
5.20 แสดงการเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป 56
5.21 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยสังเขป 60
5.22 แสดงส่วนสำนักงาน 61
5.23 แสดงบริเวณลานหล่อ 61
5.24 แสดงบริเวณลานหล่อชิ้นส่วนพิเศษ 61
5.25 แสดงสโตร์เก็บของและโรงผูกเหล็ก 61
5.26 แสดงบริเวณผสมคอนกรีต 61
5.27 แสดงถังเก็บลูกปูนส่วนตรวจสอบคอนกรีต 61
5.28 แสดงการกองเก็บวัสดุ 62
5.29 แสดงส่วน LOADING 62
5.30 แสดงผังวางแบบหล่อ ในลานหล่อ 62
5.31 แสดงรายละเอียดของแบบหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 62
5.32 แสดงลักษณะการวางแบบหล่อ 63
5.33 แสดงการผูกเหล็ก 63
5.34 แสดงการล้างและเช็ดแบบ 63
5.35 แสดงการทาน้ำมันบนแบบ 63
5.36 แสดงการเตรียมประกอบแบบข้าง 64
5.37 แสดงการยึดแบบข้างด้วยสกรูน็อต สามารถถอดปรับระดับได้ 64
5.38 แสดงการใส่โครงเหล็กเสริม 64
5.39 แสดงการวางแบบเหล็กเพื่อกันผิวสัมผัสหน้า PLATE 64
5.40 แสดงการใช้ PORTAL CRANES ในการขนส่ง BUCKET เพื่อเทคอนกรีต
ในแบบหล่อ 65
5.41 แสดงการจี้คอนกรีตโดยเครื่องจี้ไฟฟ้า 65
5.42 แสดงการขัดแต่งผิวคอนกรีต 65
5.43 แสดงการเช็คและตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป 66
5.44 แสดงการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย PORTAL CRANES 66

ภาพที่ หน้า

5.45 แสดงการให้รหัสกับชิ้นงาน..... 66
5.46 แสดงการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 66
5.47 แสดงความหมายของ CODE แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL..... 69
5.48 แสดงความหมายของ CODE แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 73
5.49 แสดงการผูกเหล็กงานเสา ค.ส.ล..... 76
5.50 แสดงรายละเอียดระบบพื้น POST-TENSION..... 76
5.51 แสดงการตั้งแบบหล่อและแบบค้ำยัน..... 77
5.52 แสดงการวางเหล็กเสริม..... 77
5.53 แสดงการวางลวดแรงดึงสูง (PC.STAND)..... 77
5.54 แสดงการติดตั้งสมอยึด (ANCHORAGE) และ PLATE เหล็ก..... 77
5.55 แสดง PLATE เหล็ก..... 78
5.56 แสดง SHOP DRAWING..... 78
5.57 แสดงการเทคอนกรีต..... 78
5.58 แสดงการยกชิ้นงานขึ้นเตรียมติดตั้งด้วยทาวเวอร์เครน..... 79
5.59 แสดงการห้อยลวดสลิงเข้ากับหูหิ้วภายในชิ้นงาน..... 79
5.60 แบบแสดงแนวเส้น OFFSET ที่ทางโครงการต้องกำหนดเอาไว้ให้
เพื่อเป็นตัวกำหนดแนวระดับในการติดตั้งชิ้นงาน..... 80
5.61 แสดงการเช็คแนวระดับโครงสร้าง (SLAB)..... 80
5.62 แสดงอุปกรณ์สำหรับแขวนแผ่นชั่วคราว..... 81
5.63 แบบแสดงลักษณะของการแขวนแผ่น..... 81
5.64 แสดงลักษณะการแขวนชิ้นงาน..... 81
5.65 แบบแสดงการใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับและแนว..... 82
5.66 แสดงการใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับและแนว..... 82
5.67 แสดงการเชื่อมเหล็กแผ่นข้ากับ INSERT PLATE..... 82
5.68 แสดงการเชื่อมเหล็กแผ่นข้ากับ INSERT PLATEเพื่อยึดกับโครงสร้าง SLAB..... 83
5.69 แสดงการโรยตัวแต่งผิวคอนกรีตหลังจากการติดตั้งเสร็จ..... 83
5.70 แสดงการใส่ BACKING ROD..... 84
5.71 แสดงการอุดรอยต่อด้วย POLYURTHANE SEALANT..... 84

ภาพที่ หน้า

5.72 แสดงการติดตั้งงานระบบภายในอาคาร..... 84
5.73 แสดงการก่อฉาบผนังภายในอาคาร..... 85
5.74 แสดงภาพภายนอกอาคาร..... 85
5.75 แสดงภาพภายนอกอาคาร..... 85
5.76 แสดงภาพงานโครงสร้างอาคาร..... 86
5.77 แสดงลักษณะงานโครงสร้างที่เตรียมสำหรับ งานติดตั้งชิ้นส่วนผนัง
ค.ส.ล. สำเร็จรูป..... 86
5.78 แสดงตัวอย่างแผนการติดตั้ง..... 87
5.79 แสดงอุปกรณ์ยึดแขวนแผ่นชั่วคราว..... 88
5.80 แสดงการแขวนแผ่นชั่วคราว..... 88
5.81 แสดงรอกโซ่ สำหรับใช้ปรับระดับแนวดิ่ง..... 88
5.82 แสดงรอกดึง สำหรับใช้ปรับระดับแนวนอน..... 88
5.83 แสดงการใช้กล้องระดับในการเช็คระดับและแนวในการติดตั้ง..... 89
5.84 แสดงลักษณะการเชื่อมเหล็กขนาด 100x100x12 ม.ม. เข้ากับ INSERT PLATE..... 89
5.85 แสดงการอุดรอยต่อด้วย POLYURTHANE (WHITE)..... 89
5.86 แสดงรอยต่อแผ่นแนวตั้ง..... 90
5.87 แสดงรอยต่อแผ่นแนวนอน..... 90
5.88 แสดงชิ้นงาน GRC..... 90
5.89 แสงแบบการติดตั้งชิ้นงาน GRC..... 90
5.90 แสดงการติดตั้งงานระบบภายในอาคาร..... 91
5.91 แสดงการก่อฉาบผนังภายในอาคาร..... 91
5.92 แสดงาภาพภายนอกอาคาร..... 92
5.93 แสดงความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังเอาไว้ในพื้นอาคาร..... 110
5.94 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป..... 110
5.95 แสดงการยกแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ขึ้นไปแขวนติดตั้ง..... 111
5.96 แสดงการกรีดแต่งผนังคสล. สำเร็จรูป เพื่อให้สามารถใส่วงกบ
หน้าต่างอลูมิเนียมได้..... 111
5.97 แสดงปัญหาของลำดับการติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ไม่สอดคล้องกับ
ลำดับงานโครงสร้าง..... 112
5.98 แสดงการกองเก็บวัสดุ รอการแขวนติดตั้ง..... 112

ภาพที่ หน้า

5.99 แสดงความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังเอาไว้ในพื้นอาคาร..... 113
5.100 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป..... 113
5.101 แสดงพื้นที่สำหรับทำงานติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปมีไม่เพียงพอ..... 114
5.102 แสดงการประกอบติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT..... 114

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการดำเนินการก่อสร้างงานประเภทโครงการอาคารสูงในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบกระบวนการ ในการดำเนินการก่อสร้างให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันมาโดยตลอด โดยเฉพาะอาคารพักอาศัย แนวโน้มความต้องการที่พักอาศัย ยังมีความต้องการที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเคลื่อนย้ายของประชาชนจากชนบทเข้าสู่เมือง เพื่อหาแหล่งงาน เมืองซึ่งเป็นศูนย์กลางความเจริญทางด้านต่างๆ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ทำให้มีการขยายตัวของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมิได้มีการวางแผนเพื่อรองรับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ที่อยู่อาศัยจึงมีการพัฒนา โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยสูงสุด จึงเปลี่ยนจากการอยู่อาศัยในแนวราบมาเป็นอาคารสูง เรียกว่าอาคารชุดพักอาศัย จากสภาวะปัจจุบันที่ธุรกิจประเภทอสังหาริมทรัพย์ได้มีการแข่งขันทางด้านการตลาดสูง และต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น ทำให้การก่อสร้างต้องแข่งขันกัน ทางด้านระยะเวลา และทางด้านราคาค่าก่อสร้าง

ในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร ผนังภายนอกอาคารมีความสำคัญต่อการใช้สอยภายในอาคารและรูปแบบอาคารโดยรวมอย่างมาก เป็นเสมือนส่วนที่ห่อหุ้มที่ว่างภายในอาคาร การก่อสร้างผนังภายนอกในปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคารมาใช้แทนการก่อสร้างแบบเดิมที่เป็นการก่อผนังในที่ก่อสร้างมากขึ้น สาเหตุเนื่องมาจากสถานการณ์ปัญหาหลายๆ ด้านของการก่อสร้างแบบเดิม เช่น มีการใช้ทรัพยากรและเวลาในการดำเนินการก่อสร้างจำนวนมาก แรงงานมีคุณภาพและทักษะไม่ได้อยู่ในระดับมาตรฐาน เป็นต้น เพราะฉะนั้นการนำเอาระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคารมาใช้ จึงเป็นหนทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่อง ขั้นตอนของการก่อสร้าง แรงงาน และระยะเวลาการก่อสร้างไปได้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้ผู้ประกอบการหลายโครงการนำ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร (Precast Concrete Cladding) มาใช้ทดแทนการก่อสร้างแบบเดิมที่เป็นการก่อผนังในที่ก่อสร้าง จึงเป็นเหตุให้เกิดความมุ่งหมายในการทำวิทยานิพนธ์นี้ขึ้น เพื่อศึกษาถึงการก่อสร้างอาคารสูงด้วย ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร โดยจะทำการศึกษาจากโครงการอาคารสูง ประเภทอาคารชุดพักอาศัย ที่มีความเหมาะสมในการศึกษา 2 โครงการคือ โครงการ ลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) ซึ่งตั้งอยู่ที่ ตรอกนอกเขต แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุดพักอาศัยสูง 29 ชั้น บริหารโครงการโดยบริษัท แอล.พี.เอ็น.ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) กับ โครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ซึ่ง

ตั้งอยู่ที่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ลักษณะเป็นอาคารพักชุดอาศัยสูง 27 ชั้น บริหารโครงการโดยบริษัท บริษัท เอเชี่ยน พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด(มหาชน) โดยทั้ง 2 โครงการใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคาร เช่นเดียวกัน แต่มีรายละเอียดในการก่อสร้างต่างกัน จึงเป็นเหตุผลและโอกาสให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการก่อสร้าง โดยยกตัวอย่างกรณีศึกษาว่ามีข้อดี-ข้อด้อยต่างกันอย่างไร ในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง ด้านเทคนิคในการก่อสร้าง ด้านแรงงานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง และปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง ซึ่งสามารถเป็นแนวทางให้กับผู้ประกอบการและผู้ศึกษาสามารถ เลือกการลงทุน หรือนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคนิคต่างๆ ในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร ระหว่างกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ และทำการเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบข้อดี-ข้อด้อยเพื่อสรุปเสนอแนะในการพัฒนาระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปต่อไป

1. ขั้นตอนการออกแบบและกำหนดรูปร่าง ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
2. ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
3. เทคนิคในการก่อสร้างติดตั้ง ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
4. แรงงาน เครื่องมือ การขนส่ง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง
5. ราคาค่าก่อสร้าง
6. ระยะเวลาต่างๆ ในการก่อสร้าง
7. ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับการก่อสร้าง

1.2.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบกับระบบผนังก่ออิฐ ที่ได้จากการจำลองโครงการเดียวกันขึ้นมา ในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง, เทคนิคในการก่อสร้าง, ด้านแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง, ราคาค่าก่อสร้าง, ระยะเวลาในการก่อสร้าง เพื่อให้ทราบถึงข้อดี-ข้อด้อย เพื่อสรุปเสนอแนะในการพัฒนาระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปต่อไป

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป น่าจะมีความเหมาะสมในเชิงเทคนิค เพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารสูง มากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ และระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT น่าจะมีความเหมาะสมในเชิงเทคนิคเพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างมากกว่าชิ้นส่วนแบบ PANEL

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยนี้จะเน้นศึกษา โครงการอาคารชุดพักอาศัย ประเภทอาคารสูง ที่ทำการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร โดยกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคารเช่นเดียวกัน แต่มีรายละเอียดในการก่อสร้างแตกต่างกันผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเรื่องที่จะทำการศึกษาเอาไว้ดังนี้

1.4.1 เทคนิคต่างๆ ในการก่อสร้างอาคารสูง ด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร แบ่งตามหัวข้อดังนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบและกำหนดรูปร่าง ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
2. ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
3. เทคนิคในการก่อสร้างติดตั้ง ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
4. แรงงาน เครื่องมือ การขนส่ง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง
5. ราคาค่าก่อสร้าง
6. ระยะเวลาต่างๆ ในการก่อสร้าง
7. ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับการก่อสร้าง

1.4.2 ศึกษาข้อมูลของการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารสูงด้วยระบบผนังก่ออิฐ โดยการจำลองจากแผนงานก่อสร้างเดิมของโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด ที่เดิมจะทำการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐ ประกอบกับการศึกษาจากตำราและผลงานวิจัยที่เคยมีมาเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง, เทคนิคในการก่อสร้าง, ด้านแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง, ราคาค่าก่อสร้าง, ระยะเวลาในการก่อสร้าง ของการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ

1.4.3 ในการศึกษาให้ความสำคัญกับกระบวนการและเทคนิคการก่อสร้าง ด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร ตลอดจนกระบวนการ ต่างๆ ตามข้อ 1.4.1 เท่านั้น

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 โครงการตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ทำการศึกษา เป็นโครงการอาคารสูง ประเภทอาคารชุดพักอาศัยขนาด 29 และ 27 ชั้น ซึ่งมีการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร

และเนื่องจากอาคารที่ผู้วิจัยเข้าไปทำการศึกษานี้เป็นอาคารซึ่งมีระยะเวลาในการก่อสร้างค่อนข้างนาน ประกอบกับความจำกัดของระยะเวลาในการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเข้าไปทำการศึกษาโดยการเฝ้าสังเกตการณ์และจดบันทึกข้อมูลยังสถานที่ก่อสร้าง (ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550) ซึ่งได้มีการก่อสร้างอาคารไปแล้วบางส่วน อยู่ในช่วงระหว่างงานโครงสร้างและงานติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร แต่ก็มีส่วนที่ยังไม่ได้ทำการก่อสร้างทำให้ผู้วิจัยสามารถลงไปศึกษาได้ทุกขั้นตอน โดยการศึกษาในช่วงแรกของการก่อสร้างผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลเอกสารอื่นๆจากที่ได้มีการจดบันทึกและรวบรวมเอาไว้ แล้วนำมาใช้ร่วมกับข้อมูลทั่วไปที่ไปเก็บและบันทึกใหม่จากสถานที่ก่อสร้างด้วย ก่อนนำมาวิเคราะห์ โดยการวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะในส่วนงานผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร และงานที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

1.5.2 สำหรับอาคารสูงที่ก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐที่นำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยนั้น ใช้วิธีการจำลองจากแผนงานก่อสร้างเดิมของโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด ที่เดิมจะทำการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐ โดยนำมาเปรียบเทียบในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง, เทคนิคในการก่อสร้าง, ด้านแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง, ราคาค่าก่อสร้าง, ระยะเวลาในการก่อสร้าง ของการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ โดยเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่โครงการ และใช้ร่วมกับข้อมูลที่มีการจดบันทึกเอาไว้ในตำราเอกสารต่างๆ เพราะเป็นระบบการก่อสร้างที่มีการใช้กันทั่วไปและมีการใช้มาเป็นระยะเวลานาน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน

1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.6.1 เนื่องจากกรณีศึกษาเป็นอาคารขนาดใหญ่ พื้นที่ของโครงการมีขนาดประมาณ 40,000 ตารางเมตร ในการเก็บข้อมูลและรายละเอียดต่างๆของการก่อสร้างให้ได้ครบทุกจุดค่อนข้างทำได้ยาก บริเวณที่มีลักษณะทำงานซ้ำๆ จะใช้วิธีการสุ่มสำรวจ

1.6.2 เนื่องจากระหว่างก่อสร้างโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด ได้ดำเนินการก่อสร้างไปได้ประมาณ 80 % เกิดการเปลี่ยนผู้รับเหมารายใหม่เข้ามาดำเนินต่อเฉพาะอาคาร B ซึ่งเป็นอาคารที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษา เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในงานวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ใช้แผนงานส่วนที่เหลือ ณ. วันที่ 22 ธันวาคม 2549 จากผู้รับเหมาเดิม มาเป็นข้อมูลประกอบในการดำเนินงานวิจัยต่อ

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม

ในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างมีเป้าหมายหลัก คือ ต้องการให้ผลงานมีคุณภาพดี ก่อสร้างได้รวดเร็วทันเวลาและมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคการก่อสร้างมาสู่ระบบอุตสาหกรรมคือการผลิตของที่ชนิดเดียวกันซ้ำกันมากๆ ขึ้นก็จะยิ่งทำให้ต้นทุนต่อชิ้น หรือต่อหน่วยลดลง การผลิตก็คุมคุณภาพได้ดีขึ้น ผลิตได้รวดเร็วขึ้น[1]

การก่อสร้างอุตสาหกรรมเป็นการนำเอาวิธีการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมประสานเข้ากับวิธีการออกแบบการผลิต และปฏิบัติงานในสถานที่ก่อสร้าง การตลาด การเงินและการบริหารของโครงการในตัวอาคาร ข้อได้เปรียบของการผลิตชิ้นส่วนอาคาร และประกอบในที่ที่ก่อสร้าง[2] มีดังนี้

1. สามารถผลิตได้จำนวนมาก
2. มีการควบคุมคุณภาพอย่างเต็มที่
3. ลดเวลาการก่อสร้าง
4. การประกอบชิ้นส่วนมักไม่ขึ้นกับสภาวะอากาศ
5. ต้องการช่างฝีมือในที่ที่ก่อสร้างเป็นจำนวนน้อย

ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม[3] (Industrialization Building System) หมายถึง การดำเนินการก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยนำกรรมวิธีและเทคโนโลยีที่ดีที่สุดมาประยุกต์ให้ตอบสนองกระบวนการก่อสร้าง ที่สอดคล้องกับความต้องการและการออกแบบในการผลิตและก่อสร้าง

---

[1] ธวัชชัย สุทธิประภา, อ้างถึงในรุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ กรณีศึกษาโครงการชื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[2] ชวลิต นิตยะ, โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม อาคารขนาดใหญ่ (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544), หน้า 148.

[3] โสภณ แสงไพโรจน์. เอกสารประกอบการอบรม ระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม, สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

ทั้งนี้หากจะพิจารณาว่าระบบการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาจากเกณฑ์ 4 ประการดังนี้คือ

- เป็นขบวนการผลิตคราวละมากๆ โดยมีมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนสุดท้าย
- ใช้เครื่องจักรกลในกระบวนการผลิต
- เข้มงวด เอาใจใส่กระบวนการผลิตตั้งแต่การจัดซื้อ การตลาด การออกแบบ จนถึงการผลิต
- ใช้แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านสำหรับงานบางอย่าง

2.2 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างโดยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้

ระบบหล่อก่อน (Precast System) คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ ก่อน เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้าง [4]

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication) คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก (Mass producted Components) เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ยก สำหรับปฏิบัติงาน[5]

การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป[6] (Precasting in Reinforced Concrete) คือ การหล่อคอนกรีตที่มีการเสริมเหล็ก เพื่อให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ ตามรูปทรงของแม่แบบ (Mould Shape) ที่สร้างไว้ ซึ่งการเสริมเหล็กนั้นจะกระทำไปพร้อมกับการหล่อแบบคอนกรีต เมื่อหล่อแบบออกมาเป็นชิ้นแล้วจะไม่สามารถดัดแปลงรูปทรงได้อีก การหล่อแบบ

---

[4] Shappard David.A, and William R. Phillip, 1989, อ้างถึงในมามี โตบารมีกุล, การศึกษาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[5] Gmbh, Bauverlag, Wiesbaden and Berlin, 1968, อ้างถึงในมามี โตบารมีกุล, การศึกษาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[6] Hass, A.M. Precast Concrete Design and Applications. Galliard Science Publishers, (1993.)

ดังกล่าวอาจจะเป็นการหล่อจากโรงงาน หรือการหล่อในบริเวณหน่วยก่อสร้าง หลังจากแบบคอนกรีตดังกล่าวพร้อมใช้งาน ก็จะทำการขนย้ายไปประกอบยังหน่วยก่อสร้าง

ดังนั้น ความหมายโดยรวมของ การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คือวิธีการก่อสร้างโดยการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กจากแบบหล่อที่สร้างขึ้นตามรูปแบบที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคารคือ ส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบของอาคาร โดยการผลิตอาจผลิตชิ้นส่วนในโรงงานหรือในบริเวณหน่วยก่อสร้าง แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคารในหน่วยก่อสร้าง โดยอาศัยอุปกรณ์ยกที่เหมาะสม

2.3 คำจำกัดความของการผลิต

2.3.1 วัสดุก่อสร้าง (Building Materials) เหมือนกับผลผลิตอื่น ๆ ในหลายกรณี มีรูปร่างผิดแผกแตกต่างกันออกไป และไม่สัมพันธ์กับประโยชน์ที่ต้องการของอาคารไม่ว่ากรณีใด

2.3.2 ชิ้นส่วนย่อย (Parts) เป็นลำดับแรกของการผลิตที่เกิดขึ้น ซึ่งมีตัวแปรเป็นรูปแบบที่แน่นอนในบางกรณีสัมพันธ์กับประโยชน์ที่ต้องการบางอัน แต่ในกรณีอื่นอาจจะดัดแปลงนำไปใช้สำหรับอย่างอื่นก็ได้

2.3.3 ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ (Component) คือ การนำชิ้นส่วนหรือวัสดุก่อสร้างหลายๆ อันมารวมกันกลายเป็นผลผลิตซึ่งมีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แน่นอน ขอบเขตของประโยชน์ใช้สอยจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพความต้องการของโปรแกรมโครงสร้างอาคาร สภาพเศรษฐกิจของการผลิต และสภาพธรรมชาติของโครงสร้าง สภาพของมันอาจจะเป็นเพียงชิ้นส่วนง่ายๆ จนกระทั่งไปถึงขั้นตอนที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน และมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปหลายชนิด เช่น จากชิ้นชุดหน้าต่างสำเร็จรูปจนถึงหน่วยแก่นของอาคาร เป็นต้น

2.3.4 ระบบผนังหล่อสำเร็จ (Panel Systems) คือระบบที่จะลดเวลาการก่อสร้าง โดยเฉพาะในส่วนของงานก่ออิฐฉาบปูน โดยหล่อผนังมาเป็นแผงใหญ่แล้วนำมาติดตั้ง

2.3.5 ตัวอาคาร (Building) เป็นที่รวมสรุปของวัสดุ ชิ้นส่วนต่างๆ และประกอบเข้าไว้ด้วยกันจะกลายเป็นรูปร่างตามผังที่กำหนดไว้ให้ซึ่งแสดงแทนกับประโยชน์ใช้สอยของตัวอาคาร

2.3.6 ระบบหล่อก่อน (Precast System) ระบบนี้ใช้การผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานแล้วนำไปประกอบเชื่อมยึดเป็นโครงอาคาร ณ ที่ก่อสร้าง

2.4 ระบบที่สำคัญ ๆ ของกรรมวิธีในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม[7]

กรรมวิธีในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมสามารถจำแนกออกเป็น 3 ระบบใหญ่ๆ คือ

1. ระบบ "Model"
2. ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบเปิด
3. ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิด

มีอาคารอยู่มากมายหลายหลังประกอบขึ้นโดยผสมผสานทั้ง 3 ระบบเหล่านี้ แต่ในที่นี้เราจะแยกระบบออกแต่ละอัน โดยยึดถือวิธีการที่ว่าอาคารใดใช้วิธีการแบบไหนเป็นส่วนใหญ่ เราก็จะเรียกชื่อตามวิธีการนั้น

1. ระบบ "Model"

ลักษณะพิเศษของวิธีการนี้โดยทั่วๆ ไป เป็นผลผลิตที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสร้างมาตรฐานแก่รูปร่างที่ออกแบบไว้ และใช้ความซ้ำของรูปร่างนั้นให้เกิดประโยชน์ มาตรฐานดังกล่าวจะช่วยแบ่งเบากรรมวิธี ในการผลิตให้น้อยลงไป

ระบบอาจจะสร้างขึ้นจากชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ ชิ้นส่วนย่อย (Standardized Site Forming of Materials) ระบบนี้สามารถจะนำมาใช้กับ ผังอาคารที่มีความซ้ำซากกันในตัวอาคาร เช่น กรณีของการเคหะแห่งชาติเป็นต้น

2. ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิด (Close System)

ในการผลิตนั้น มักมุ่งเน้นผลิตไปที่ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ และขอบเขตของรูปแบบข้อจำกัดในการออกแบบนั้นมีสูงมาก และมีการผลิตออกมาเป็นจำนวนมากๆ ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับอาคารที่ต้องการประโยชน์ใช้สอยที่เฉพาะเจาะจงไว้สำหรับที่จะใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคาร ชิ้นส่วนต่างๆ มักถูกผลิตจากโรงงานแล้วทั้งนั้น ความประหยัดทางด้านเศรษฐกิจของระบบนี้อาจจะเป็นไปได้ ถ้ามีจำนวนการสร้างอาคารที่มากจริง

---

[7] ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Industry Building, ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 2

3. ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบเปิด (Open System)

การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จต่างๆ ซึ่งมีการผลิตออกจำหน่ายอยู่เรียบร้อยแล้วในท้องตลาด (ตลาดเปิด) และมิได้ออกแบบเฉพาะเจาะจงไว้สำหรับที่ใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคารแต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความจำเป็นที่ต้องให้ชิ้นส่วนสำเร็จนั้นๆ ใช้ได้กับระบบที่มีรูปทรงเรขาคณิตแบบธรรมดาปกติ ชิ้นส่วนต่างๆสามารถสับเปลี่ยน ประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ตามต้องการ มีความยืดหยุ่นในการออกแบบและประกอบติดตั้งมาก

ประสบการณ์ในขณะสิ้นสุดสงครามของยุโรป

เกิดความจำเป็นอย่างยิ่ง 3 ประการ ที่เป็นสาเหตุให้กรรมวิธีในการก่อสร้างอาคารต้องเปลี่ยนโฉมหน้าไปคือ

1. ความขาดแคลนอาหารอันเนื่องมาจากความเสียหายของสงครามโลก (High Demands)

2. ความขาดแคลนคนงานประเภทช่างฝีมือที่ดี (Skilled Building Labor) คนงานไม่มีโอกาสทำงานหรือฝึกงานในด้านนี้มาเลยเป็นเวลาถึง 5 ปี

3. ความจำเป็นในการลดอุตสาหกรรมการผลิตอาวุธในสงคราม (War Industries) อย่างช้าๆ เพื่อป้องกันการว่างงานทั่วประเทศ (Mass Unemployment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอังกฤษ ยกตัวอย่างเช่น โรงงานที่เคยผลิตปืนรบ และอาวุธยุทโธปกรณ์ต่างๆ ในขณะสงครามได้ถูกดัดแปลงให้กลายเป็นโรงงานผลิต Prefabricated House ในยุโรปนั้นมีแนววิธีการก่อสร้างใหญ่ๆ เกิดขึ้น 2 อย่างคือ

1.1 ระบบ " Heavy Weight"

1.2 ระบบ " Light Weight"

ระบบ "Heavy Weight" ของประเทศฝรั่งเศสและกลุ่มสแกนดิเนเวีย

ระบบนี้คือ การใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก กำลังใช้กันอยู่ในประเทศที่มีวัตถุดิบสำหรับการผลิต การใช้คอนกรีตเสริมเหล็กนั้นเดิมมีอยู่แล้วในประเทศฝรั่งเศส แต่วิวัฒนาการสร้างผลิตผลแบบ Battery Production และ Crane Technology ในปี ค.ศ. 1956 ทำให้วิธีการแบบใหม่นี้เป็นไปได้ สามารถที่จะสร้างผลิตผลของชิ้นส่วนใหญ่ๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถที่จะยกชิ้นส่วนใหญ่ๆ ดังกล่าวขึ้นอาคารสูงได้อย่างประหยัด เนื่องจากวิธีการนี้ใช้ต้นทุนจำนวนมาก จึงมีแนวที่คิดจะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จที่มีผังซ้ำๆ กันขึ้น

ระบบ "Light Weight" ของประเทศอังกฤษ

ส่วนใหญ่ของระบบนี้ยึดถือการใช้โครงสร้างเหล็ก (Steal Frames) กับผนังที่มิได้รับน้ำหนักเป็นส่วนใหญ่ (Non-Structural Infill Panels) ไม่มีวัสดุส่วนไหนแสดงออกมาว่าเป็นอาคาร

Heavy Weight Concrete เลย ระบบนี้จัดอยู่ใน "Closed System of Components" หมายความถึง Components ถูกออกแบบมาเพื่อให้เหมาะสมกับกฎการออกแบบของระบบ ถึงแม้ว่าระบบนี้จะมีความคล่องตัวและไม่มีขอบเขตจำกัดในการออกแบบก็ตาม

2.5 เทคโนโลยีระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคต่างๆ ของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เท่าที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในด้านรายละเอียด จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมากมายหลายระบบ แต่มีหลักการใหญ่เพียงอยู่ที่การจัดแยกชิ้นส่วน ว่าแยกกันในลักษณะใด รูปใด และจะนำมาประกอบติดกันเป็นตัวอาคารด้วยวิธีใด ซึ่งแบ่งตามลักษณะการก่อสร้าง[8] อาจจำแนกประเภทของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.5.1 Semi Precasted concrete construction การก่อสร้างชนิดนี้ มีแนวความคิดที่จะพยายามผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเฉพาะที่มีจำนวนซ้ำๆ กันมากๆ หรือทำในหน่วยงานก่อสร้างยาก โดยนำไปผลิตจากระบบโรงงาน เพื่อลดต้นทุนและเวลาก่อสร้างเป็นหลัก ส่วนชิ้นส่วนอาคารที่เป็นงานเล็กๆ น้อยๆ หรืองานที่ทำได้ยากในโรงงานหรือมีรายละเอียดในการติดตั้งยากจะถูกดัดแปลงให้เป็นงานที่ทำด้วยแรงงานคนในหน่วยงานก่อสร้าง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งวิธี Semi Precasted concrete construction มีแนวคิดที่มุ่งเน้นมองไปที่โรงงานเป็นตัวติดสินใจ ถ้าชิ้นส่วนใดในโรงงานทำได้ราราถูกรวดเร็ว และไม่ยุ่งยาก ก็จะทำชิ้นส่วนนั้นจากโรงงาน ถ้างานที่ซับซ้อนยุ่งยากสำหรับโรงงานก็ตัดปัญหาให้เป็นภาระของหน่วยงานก่อสร้างซึ่งก็สามารถทำได้ เพราะปกติหน่วยงานก็ต้องทำได้อยู่แล้ว นอกจากนี้วิธี Semi Precasted concrete construction ยังเป็นวิธีที่ทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพดีกว่าระบบ Fully Precast concrete construction

2.5.2 Fully Precast Concrete Construction คือ เป็นแนวคิดที่พยายามลดงานและความยุ่งยากในการควบคุมคุณภาพในการเทคอนกรีตในหน่วยงานก่อสร้าง ไปทำงานในโรงงานซึ่งมีสภาพการทำงานที่ดีกว่า ทำให้งานคุณภาพดีกว่า ใช้เครื่องมือแทนแรงงานคนมากขึ้น ใช้แรงงานให้น้อยที่สุด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการว่าจ้างแรงงาน อีกทั้งยังมีความรวดเร็วและสามารถทำให้คุณภาพงานเหมือนกันหมด เมื่อใช้แรงงานน้อยก็มีปัญหาน้อยลงด้วย การผลิต

---

[8] มั่น ศรีเรือนทอง, ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคาร., (เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรเทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้าง รุ่นที่ 3 เรื่อง เจาะลึกระบบสำเร็จรูป, 2520), หน้า 2-4. ดำเนินการโดยกองวิชาการพัฒนาที่อยู่อาศัย ศูนย์วิชาการที่อยู่อาศัย การเคหะแห่งชาติ.

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดมาจากโรงงาน และนำมาประกอบเป็นอาคารที่หน่วยงานก่อสร้าง การประกอบจุดรอยต่อแบบแห้ง การก่อสร้างจึงรวดเร็วขึ้น ไม่ต้องรออายุคอนกรีต

ในปัจจุบันยังมีการเข้าใจว่าชิ้นส่วนสำเร็จคือการสร้างอาคารที่มีรูปร่างที่ซ้ำๆกัน โดยอาคารจะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมหรือ แบบระบบพิกัด ซึ่งไม่ยืดหยุ่นต่อการออกแบบด้านสถาปัตยกรรมและขาดรูปแบบในตัวอาคารเอง Construction Industry Development Board (CIDB) (1997)[9] และ Elliott K.S. (1997)[10] ได้กล่าวไว้ว่า ในการพัฒนารูปแบบระบบชิ้นส่วนสำเร็จนั้น ไม่ได้หมายความว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้นไม่จำเป็นต้องคงรูปแบบเดิมทุกระเบียบนิ้วเสมอไป แต่หากสามารถใช้ความเหมือนในแต่ละชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์สูงสุดของแบบหล่อเท่านั้นเอง ดังนั้นในการออกแบบชิ้นงานจึงไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกชิ้นแต่การออกแบบให้ชิ้นส่วนต่างๆมีขนาดใกล้เคียงกันเท่านั้น หรือการสร้างมาตรฐานชิ้นงาน(Standardization) ไม่ใช่การสร้างชิ้นส่วนเหมือน (Module) องค์กรส่วนมากจะสนับสนุนและนิยมการสร้างมาตรฐานชิ้นงานมากกว่าสร้างชิ้นส่วนเหมือน ราคาต้นต่อชิ้นงานขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ใช้แบบหล่อ คือยิ่งใช้แบบหล่อบ่อยครั้งยิ่งมีราคาที่ถูกลง

เทคโนโลยีก่อสร้างอุตสาหกรรมและการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จมีความหมายและวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกัน การแบ่งประเภทจึงมีความคล้ายคลึงกันเช่นกัน ประเภทของเทคโนโลยีก่อสร้างอุตสาหกรรม Testa, C. (1972)[11] ได้แบ่งไว้ดังนี้

1. ระบบชิ้นส่วน (Prefabrication) คือ การผลิตชิ้นส่วนแบบอุตสาหกรรม และนำมาประกอบเป็นอาคารภายหลัง

2. ระบบกล่องพิกัด (Modular System Building) คือ การออกแบบเริ่มต้นโดยกำหนดระยะ พิกัด การใช้งาน และ การประกอบเข้าด้วยกัน แล้วจึงนำชิ้นส่วนย่อย มาออกแบบอาคารภายหลัง เหมือนตัวต่อ

3. ระบบปรับปรุงการผลิต (Rationalized Building) คือ การจัดหาวิธีปรับปรุงการผลิตให้ราบรื่น โดยใช้ วัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4. ระบบเน้นการผลิตด้วยเครื่องจักร (Equipment-oriented site production) คือการผลิตอาคารที่ภาคสนามโดยใช้เครื่องจักรให้มากที่สุดและแรงงานคนน้อยที่สุด

---

[9] Precast Concrete Handbook (Vol.2) (Singapore: Construction Industry Development Board, 1997), p. 326.

[10] Elliott K.S., Multi-Story Precast Concrete Framed Structures (Singapore: Rockwell, 1997), p. 7-9.

[11] Carlo Testa, The Industrialization of Building (Switzerland: Van Nostrand Reinhold, 1972), p. 1.

ในขณะที่เทคโนโลยีการก่อสร้างระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน และได้แบ่งไว้หลายประเภท คือ

ตารางที่ 2.1 การแบ่งชนิดของระบบชิ้นส่วนสำเร็จโดยวรรณกรรมต่างๆ

สุทธิพล วิวันทีปะ และคณะ (2540)[12]แบ่งไว้ 5 ประเภท	ที่ Yomnak[13]แบ่งไว้เป็น 4 ประเภท	วรรณิสสร วิมลสถิย์ (2540)[14]แบ่งไว้เป็น 4 ประเภท
1. กำแพงรับน้ำหนัก(Bearing Wall) 2. กำแพงรับแรงด้านนอก 3. โครงสร้างระบบพื้นและหลังคา 4. Precast บ้าน Module สำเร็จ 5. ระบบผสม	1. ระบบเสาและคาน 2. ระบบผนังและแผ่นพื้น 3. ระบบกล่อง 4. ระบบชิ้นส่วนประกอบ	1. ระบบข้อแข็ง 2. ระบบผนังรับน้ำหนัก 3. ระบบโครงสร้างกล่อง 4. ระบบผสม

เพื่อสะดวกต่อความเข้าใจ ผู้วิจัยจึงขอเสนอการจัดการประเภทการก่อสร้างอุตสาหกรรมระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีอยู่ในปัจจุบัน 5 ประเภทด้วยกันคือ

1. ระบบโครงเสาคาน(Skeleton หรือ Frame Structure) คือ ระบบโครงสร้างเป็นแบบเสาและคาน คานรับน้ำหนักจากผนัง แล้วถ่ายแรงกระทำเข้าเสาและจึงลงฐานราก
2. ระบบผนังหล่อสำเร็จ (Panel Systems) คือระบบที่จะลดเวลาก่อสร้างโดยเฉพาะงานก่ออิฐฉาบปูน โดยหล่อผนังมาเป็นแผงใหญ่ แล้วนำมาติดตั้ง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ
   2.1 ผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Panels) คือ ระบบผนังหล่อสำเร็จที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานทั้งทางด้านสถาปัตยกรรมและโครงสร้างพร้อมๆ กัน ผนังจะต้องออกแบบให้รับน้ำหนักจากน้ำหนักด้านหลังคา พื้น และผนังด้านบน และน้ำหนักของตนเอง แล้วจึงถ่ายแรงกระทำลงสู่ฐานรากดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีเสาและคาน

---

[12] สุทธิพล วิวัฒนทีปะ, กฤษฎา แท้ประสานสิทธิ์ และ วิเจียวิโรจน์, การใช้ระบบ Precast กับงานอาคาร: การสัมมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540), หน้า 33-34.

[13] Yomnak, อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย" เอกสารในการสัมมนาเรื่อง: การออกแบบและการผลิตเพื่อบริหารต้นทุน ในระบบก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยความร่วมมือระหว่างภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับการเคหะแห่งชาติ 22 สิงหาคม 2546 (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[14] วรรณิสสร วิมลสถิตย์, การใช้ระบบ Precast กับงานอาคาร: การสัมมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่องการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540), หน้า 107.

2.2 ผนังตกแต่ง (Architectural Panel) คือ ระบบผนังหล่อสำเร็จที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานทางด้านสถาปัตยกรรมเท่านั้น ใช้เพื่อลดเวลาก่อสร้างและใช้แทนผนังก่อในที่ที่มีอันตรายหรือยากในการทำงานเช่น บนอาคารสูงเป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเสาและคานเพื่อรองรับระบบนี้

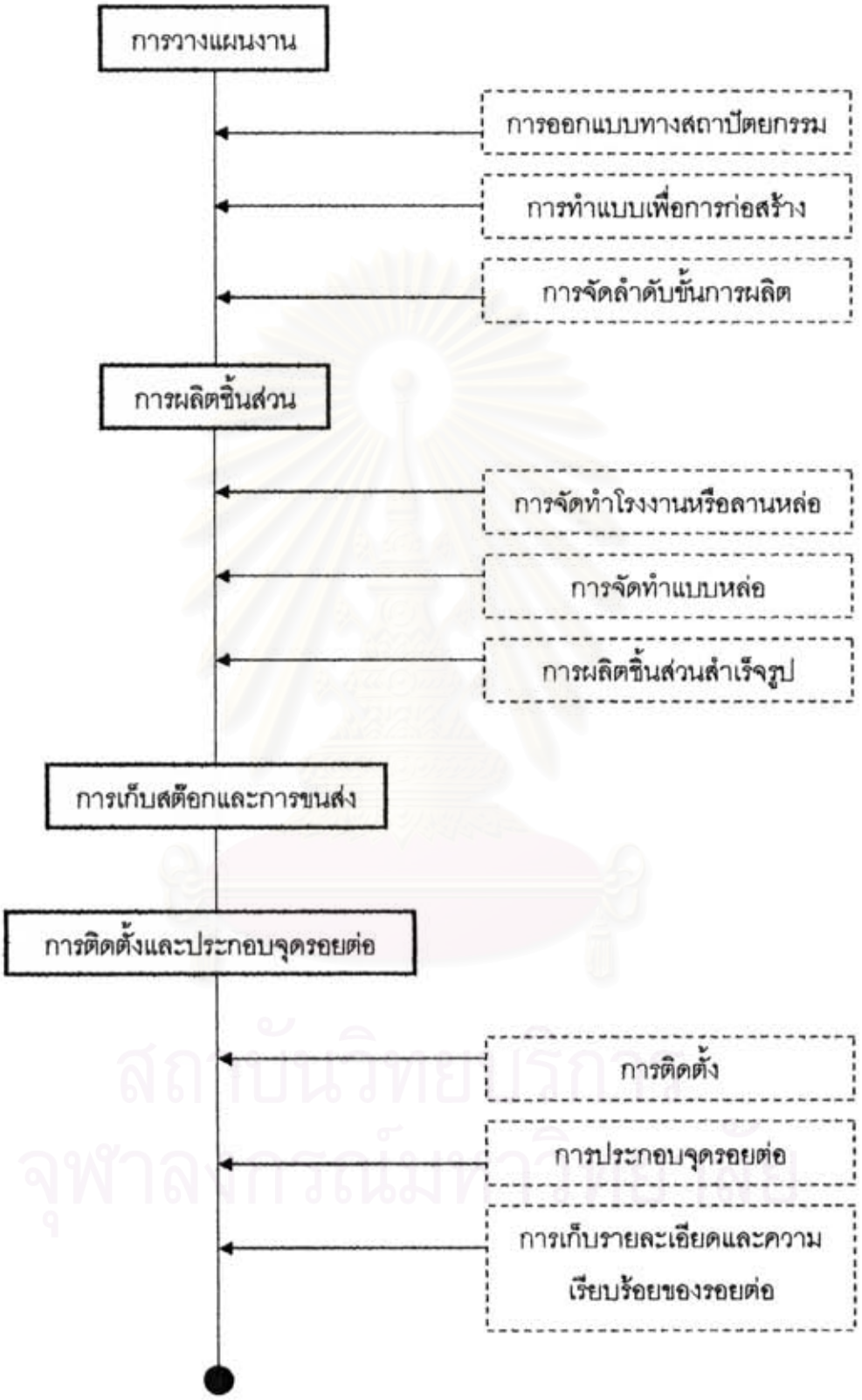
3. ระบบกล่อง (Box System) คือ ระบบที่ชิ้นงานหล่อเป็น 3 มิติ เป็นกล่องหรือเป็นห้องพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้แล้วเสร็จภายในจากโรงงาน แล้วจึงนำมาติดตั้งในที่ก่อสร้าง ชิ้นส่วนมักจะมีขนาดใหญ่ และยากต่อการขนส่ง แต่จะลดเวลาก่อสร้างได้มาก
4. ระบบผสมผสานระหว่างระบบ (Combined System) คือระบบที่นำระบบการก่อสร้างต่างๆ มาผสมผสานกัน เช่น ระบบกล่องกับ ระบบผนังรับน้ำหนัก และเสาคานเพื่อให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท
5. ระบบผสมระหว่างวัสดุ (Mixed System) คือ การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จบางส่วนผสมกับการก่อสร้างแบบอื่นๆ เช่น แผ่นพื้นคอนกรีตหล่อในที่ เสาและคานเป็นเหล็ก ผนังอิฐบล็อก หรือผนังชิ้นส่วนสำเร็จ เป็นต้น

2.6 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปนั้น ในแต่ละโครงการมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน จะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในส่วนของรายละเอียด ตามแต่รูปแบบอาคาร

ลักษณะโดยทั่วไปของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปนั้น ขั้นตอนแรก ทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามแบบที่กำหนด ซึ่งในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยส่วนงานสำคัญ 3 ส่วน คืองานจัดทำโรงงานหรือลานหล่อ, การทำแบบหล่อ และ งานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนที่สอง เป็นการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้าง ด้วยรถบรรทุกธรรมดาหรือรถบรรทุกที่ออกแบบมาเฉพาะขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนที่สาม ดำเนินการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยงานสำคัญ 2 ส่วนคือ การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ สำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะใช้เครื่องจักรกลหนักยกติดตั้ง ประเภทเครื่องจักรกลมีทั้งรถโมบายเครนและทาวเวอร์เครน ขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและลักษณะอาคาร การประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะมีการใช้อุปกรณ์คำยัน หรือ อุปกรณ์แขวน เพื่อให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ที่ตำแหน่งในลักษณะของการใช้งานเอาไว้ชั่วคราว และทำการประกอบจุดรอยต่ออย่างถาวร ซึ่งมีทั้งแบบใช้การเชื่อม, แบบใช้การเกราท์และแบบใช้เหล็กโดเวล ฯลฯ หลังจากนั้นก็จะเป็นการเก็บความเรียบร้อยของชิ้นงาน เช่น การแต่งผิวรอยต่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เป็นต้น

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป



2.7 หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม

ข้อกำหนดในการออกแบบ[15] ดังนี้

2.7.1 น้ำหนักบรรทุก ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับน้ำหนักชนิดต่างๆ เท่าใด และอยู่ในเกณฑ์อย่างต่ำที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พรบ. ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ โดยแบ่งเป็น

1. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆ ที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

2. น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2.7.2 แรงกระทำ ต้องพิจารณาและกำหนด การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆ และอยู่ในเกณฑ์อย่างต่ำที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พรบ.ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ โดยแบ่งเป็น

1. แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

2. แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดซึ่งเคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ได้แก่ จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง

3. แรงจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforeseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถชนผนังอาคาร เครื่องบินชนอาคาร เป็นต้น

---

[15] จิรวัฒน์ ดำริอนันต์, "การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพ ฯ," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536), หน้า 59-63.

2.7.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

1. พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท รถเครน (Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งติดตั้งอยู่กับที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

2. รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำๆ กัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องอุปกรณ์ดีขึ้นมาก ทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

4. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างๆ กัน

5. พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำ และตรงเวลาตามลำดับขั้นตอนในการติดตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

2.7.4 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1. เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาสถานการณ์ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้จะค่อยๆ ลดน้อยลง เนื่องจากการติดต่อคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีเครื่องจักรกลก้าวหน้าขึ้นมากทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

3. ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามทางหลวง ตามกฎหมาย พรบ. จราจร จะถูกตรวจสอบจำกัดความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร

4. ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่างๆ กันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

5. พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงอย่างมากว่า ขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่เพียงพอที่จะทำงานได้จริง (Access Area) ไม่ได้หมายถึงเฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

2.7.5 **ระยะเวลา** เป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

1. รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และให้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

2. ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ จะเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมดมีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

2.7.6 **เสถียรภาพโครงสร้าง** การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

1. ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ จะต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอไม่ล้มลงหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

2. ในระยะยาว (Long-term Condition) ในระยะยาวแล้วโครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆ พอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

3. การดัดแปลงภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปย่อมที่จะมีขีดจำกัดทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะจุดรอยต่อจะต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควร ที่จะไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรง หากมีการดัดแปลงโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าหากต้องการดัดแปลงอาคารในภายหลังจะสามารถทำได้ในกรณีใดบ้างและทำอย่างไร

4. กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึง กลไกการพังทลายจะเป็นอย่างไร หากชิ้นส่วนสำเร็จรูปชิ้นใดชิ้นหนึ่งแตกหักหรือหายไป การออกแบบที่ดีจะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพังทลายน้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน

5. การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างชนิดนี้จะต้องป้องกันมิให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่อง จะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น ถังแก๊สระเบิด รถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร เป็นต้น

2.7.7 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดจากการเกร๊าท์ จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ในทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกร๊าท์, แบบ Dry Packed

2. จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ แบบการใช้ โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วย มอร์ตาร์ อีพอกซี่ วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2.7.8 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน เป็นการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

1. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Formwork) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อน หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น Shrinkage, Creep และอุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI. (Precast/ Prestressed Concrete Institute)

2. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerances) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI. (Precast/ Prestressed Concrete Institute)

3. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI. (Precast/ Prestressed Concrete Institute)

2.8 การวางแผนการบริหารการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป[16]

ก่อนที่จะเริ่มดำเนินงานก่อสร้าง การวางแผนถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะถ้าวางแผนไม่ละเอียดรอบคอบ และรัดกุมเพียงพอแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหานานา นับประการติดตามมาได้ จึงควรได้มีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ไว้ให้พร้อมและมากที่สุดเพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจที่จะกำหนดแผนงานขึ้น ผู้ดำเนินการก่อสร้าง ก่อนที่จะวางแผนงาน ควรได้มีการปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.8.1 ร่างแผนงาน เพื่อ

1. กำหนดวันเริ่มงาน และวันที่งานนั้นจะทำเสร็จ
2. จัดทำรายการของงานและความแตกต่างของงานที่จะกระทำ
3. พิจารณาตัดสินใจถึงแนวทางที่จะใช้ดำเนินงานโดยทั่วไป
4. พิจารณาถึงการจัดหาอุปกรณ์, เครื่องมือ, และเครื่องใช้ต่างๆ ที่จะใช้งานในนั้น
5. พิจารณาชนิด และจำนวนของคนงานที่จะใช้คือ ต้องกำหนดความต้องการของคนงานที่ใช้ทำงานในกิจกรรมต่างๆ โดยจะให้ทำเป็นการชั่วคราว หรือถาวรที่คน

---

[16] ต่อตระกูล ยมนาค, "แนวทางจัดการโครงการก่อสร้างแผนใหม่," (แปลและเรียบเรียง ภาควิชาการบริหารและเทคโนโลยีการก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540), หน้า 6-56.

6. ประมาณถึงการขนส่ง แหล่งและจำนวนวัสดุก่อสร้าง หรือผู้รับเหมาจะไปทำหรือไม่ โดยต้องบันทึกการเริ่มต้น และวันที่แล้วเสร็จที่ผู้รับเหมาช่วงทำ

2.8.2 การไปตรวจสถานที่ก่อสร้าง เพื่อ

1. ตรวจสอบปัญหา และอุปสรรคของสถานที่ในการเข้าดำเนินการก่อสร้าง ปรึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดในการก่อสร้าง, โรงเก็บวัสดุ, เรือนพักคนงาน, โรงเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถทำขึ้นได้อย่างคร่าวๆ โดยการจดบันทึก และเขียนคร่าวๆ เอาไว้ก่อนเพื่อจัดทำต่อไป การบันทึกอาจจะจดเพิ่มเติมจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจสถานที่ในครั้งก่อน ซึ่งอาจจะเกี่ยวกับระเบียบข้อบังคับ อนุญาต ความสะดวกทั่วๆ ไปเช่น แสงสว่าง, น้ำดื่ม, ห้องน้ำ, ถนน, รางรอลำเลียงวัสดุ, การขุดดิน, แรงงานในท้องถิ่น เป็นต้น

2.8.3 การวางแผนในโรงงาน และอุปกรณ์ เพื่อ

1. พิจารณาว่าส่วนงานของบริเวณงานก่อสร้างจะอำนวยความสะดวก ซึ่งต้องคำนึงถึงสถานที่ก่อสร้าง, ชนิด, ปริมาณของงานที่ทำในโรงงานดังกล่าวอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ทำล้วนเป็นตัวกำหนดลักษณะของโรงงานที่จะสร้างขึ้นในบริเวณดังกล่าว

2. กำหนดแผนผังต่างๆ ซึ่งต้องทำด้วยความรอบคอบอย่างยิ่ง จะต้องทบทวนกับรายละเอียดต่างๆ เพื่อจะได้ทำแผนผังที่เหมาะสมที่สุด

3. กำหนดตารางเวลาสำหรับการใช้เครื่องจักรให้คุ้มกับเวลาเพื่อการประหยัด

2.8.4 ลำดับขั้นตอนของงาน เพื่อ

1. ป้องกันความผิดพลาด และเสียค่าใช้จ่ายต่างๆ เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ต้องกำหนดวิธีปฏิบัติงานทุกขั้นตอนให้ชัดเจน

2. เพื่อขจัดความสังเลสงสัยของผู้ทำงาน วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปคือ จัดหัวหน้างานก่อสร้าง, สถาปนิก, วิศวกร และผู้คุมงานประจำ เพื่อชี้แนะการปฏิบัติงาน วิธีดำเนินการอย่างใกล้ชิดกับวิธีการทำงานต่างๆ ให้ถูกต้อง และเป็นไปตามระยะเวลา

3. กำหนดบุคลากรต่างๆ ไว้ล่วงหน้าอย่างมีประสิทธิภาพเช่น ใช้คนงาน, ช่างฝีมือ, ช่างเทคนิคเป็นจำนวนเท่าใด, กับงานอะไรบ้าง, กี่วันงานจึงจะเสร็จ และกำหนดวันเริ่มต้นและวันเสร็จของแต่ละงาน

4. การฝึกอบรมทดสอบ และปฏิบัติ พร้อมปรับปรุงแก้ไขการทำงานจะได้ประสิทธิภาพที่เหมาะสม หรือดีที่สุดในทุกงาน

2.8.5 การวางแผนคนงาน เพื่อ

1. เพื่อประมาณจำนวนคนงานที่ใช้กับงานแต่ละประเภทนั้นๆ

2. ทำตารางข้อมูลแสดงถึงระดับต่อไปนี้คือ งานที่ต่างกัน, เวลาและวันที่งานจะกระทำ, จำนวนคนงานช่างฝีมือที่จะใช้กับงานแต่ละชนิด, สรุปเพื่อแสดงจำนวนคนงานระดับต่างๆ ที่ใช้กับงานแต่ละประเภท

3. พิจารณาแนวโน้มต่างๆ เช่น แนวโน้มด้านแรงงาน, ค่าจ้างลักษณะการก่อสร้าง, วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ, เครื่องจักร และการขนส่ง

2.8.6 การวางแผนวัสดุ เพื่อ

1. พิจารณาแนวโน้มราคาวัสดุที่จะซื้อ, ปริมาณ, ค่าจ้างหรือผู้ผลิต, การคมนาคมขนส่ง, จำนวนที่มีไว้ในที่เก็บของ, การตรวจสอบ, การทดสอบ, การประกันภัย และการติดตามผลมีวัสดุสำหรับดำเนินการ และสำรองที่พอเพียงสำหรับแผนงานทุกช่วงเวลา

2. ไม่ให้งานหยุดชะงัก ขณะปฏิบัติงานเนื่องจากไม่มีวัสดุสะสมเอาไว้

3. แสดงข้อมูลต่างๆ เช่น จำนวนรวมของวัสดุแต่ละชนิด, วันกำหนดส่งวัสดุแต่ละชนิด, จำนวนวัสดุที่จัดส่งในแต่ละวัน, แสดงจำนวนต่ำสุดสูงสุดของวัสดุที่เก็บไว้ในที่เก็บของ

4. แสดงราคารวม (ราคาของวัสดุ, ค่าประกันและค่าขนส่ง)

2.8.7 การวางแผนค่าโสหุ้ย เพื่อ

1. ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลง เช่น สำนักงาน, ภาษี, ดอกเบี้ย, ค่าประกัน, ค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน, ค่าเช่าเครื่องมือ, ค่าปรับเป็นต้น

2.8.8 การวางแผนสัญญารับช่วงงาน เพื่อ

1. แสดงชนิดของงานที่จะทำ, ชื่อของผู้รับเหมาช่วง, วันที่เริ่มต้นและวันที่ทำงานเสร็จ และความก้าวหน้าของงานในช่วงนั้นๆ

2. ทราบข้อตกลงอื่นๆ ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง, รายละเอียดของงานที่ทำและความก้าวหน้าต่างๆ

2.8.9 การวางแผนเกี่ยวกับการจัดการก่อสร้าง เพื่อ

1 พิจารณาตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กล่าวมา

2. ความเป็นอิสระในการพิจารณาปัญหาต่างๆ งานฝ่ายดำเนินการก่อสร้างโดยแบ่งเป็น

2.1 การกำหนดมอบงานเบื้องต้นเป็นขั้นตอนก่อนจะเริ่มทำงาน

2.2 การวางแผนงานก่อสร้างเป็นขั้นตอนของงานภายในหน้าที่ งานได้เริ่มทำแล้ว (ระหว่างการทำงาน)

3. บันทึกความก้าวหน้าของงานทุกระยะ การเปลี่ยนแปลงการดำเนินงานก่อสร้างเท่าที่ทำได้

3.1 รายงานความแตกต่างกันระหว่างแบบงานกับงานที่ทำได้ อาจสืบหาสาเหตุถึงข้อแตกต่างนี้ได้ และเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงาน

3.2 มีโอกาสวางแผนได้ถูกต้อง รู้แนวทางการทำงาน และตัดสินใจล่วงหน้าอธิบายสมเหตุสมผล สามารถกำกับงานให้ดำเนินได้บรรลุเป้าหมาย

2.8.10 ตารางกำหนดเวลาการทำงาน เพื่อ

1. สะดวกแก่การตรวจสอบข้อมูลของผู้ควบคุม
2. แสดงปริมาณงานที่เสร็จ และความต้องการตามแผนที่วางไว้
3. แสดงตารางเวลาของงานต่างชนิดกันเวลาที่เริ่ม และแล้วเสร็จของงาน

2.8.11 การเลือกผู้รับเหมา เพื่อ

1. ตัดทอนงาน งานบางส่วนให้ทำต่อไปหรือพร้อมกันขึ้น กับเงื่อนไปของสัญญาที่อนุญาตให้ทำได้ โดยดูจากประวัติฐานะการทำงานเป็นข้อก่อนตัดสินเลือกบริษัทผู้รับเหมาช่วง

ตัวแปรที่สำคัญที่จะบ่งบอกถึงความสำเร็จของโครงการคือ สามารถลดเวลา และต้นทุนให้น้อยที่สุด โดยให้ได้โครงการที่มีคุณภาพมากที่สุด

เวลาเป็นตัวแปรสำคัญอันหนึ่งที่จะต้องพิจารณาให้มาก เนื่องจากผลตอบแทนจากการลงทุนนั้นขึ้นอยู่กับวันที่โครงการก่อสร้างจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างอาคารชุด หรืออาคารสูง ผลตอบแทนจากการลงทุนขึ้นอยู่กับรายได้จากเงินค่าล่วงหน้า และค่าเช่าซึ่ง จะมีรายได้ต่อเมื่อการก่อสร้างจะต้องเสร็จสิ้นสมบูรณ์สามารถเข้าอยู่อาศัยได้แล้ว

อีกประการหนึ่งคือ ส่วนใหญ่เจ้าของโครงการจะมีทุนจำกัด จึงต้องมีการกู้ยืมเงินมาลงทุนดังนั้นถ้าสามารถก่อสร้างเสร็จได้เร็วเท่าไหร่ ก็จะสามารถคืนเงินต้นได้เร็ว และเสียดอกเบี้ยได้น้อยลง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการก่อสร้างอาคารสูง ด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร ในเรื่องของ ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง ต้นทุน ระยะเวลา และจำนวนแรงงาน โดยทำการศึกษาการก่อสร้างอาคารสูงประเภทอาคารพักอาศัยรวม 2 โครงการคือ โครงการ ลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด(สยาม-ปทุมวัน) ให้ทราบถึงข้อดี-ข้อเสีย ในด้านต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้ ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคารสูง อีกทั้งยังช่วยพัฒนาระบบการก่อสร้างอาคารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้นด้วย มีรายละเอียดและวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เมื่อกำหนดหัวข้อและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการกำหนดขอบเขตในเรื่องของการศึกษาในเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

1. ศึกษาข้อมูลจากตำรา และสัมภาษณ์บุคคล ศึกษาการผลิตการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร ศึกษาจากตำรา บทความ เอกสาร สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เคยศึกษา, ออกแบบและควบคุมงานก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ได้แก่บริษัทที่ทำการก่อสร้างในระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป รวมไปถึงโรงงานที่รับหล่อแบบชิ้นส่วน พร้อมทั้งนำโครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเด็นในการศึกษาและเสนอแนะแนวทางเพิ่มเติม

2. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการก่อสร้างสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เพื่อกำหนดโครงการที่จะทำการศึกษาและพิจารณาเลือกโครงการที่เหมาะสมสำหรับทำการศึกษา ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลได้พบโครงการอาคารสูงประเภทอาคารพักอาศัยรวมหลายโครงการที่เลือกใช้ระบบดังกล่าว เช่น โครงการลุมพินีเพลส, โครงการซิตี้สมาร์ทคอนโด, วสุคอนโดมิเนียม, โครงการดิ อินฟินิตี้ (สาธร), โครงการจัตุรัสจามจุรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นต้น

3.1.2 **การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ** ได้ศึกษาข้อมูลเอกสารทางวิชาการ บทความ วรรณกรรม ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลมาอ้างอิงการดำเนินการวิจัยและที่สำคัญที่สุดคือ นำมากล่าวอ้างในบทสรุปเพื่อให้ผลการดำเนินงานวิจัยมีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การเลือกตัวอย่างที่มาใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกโครงการ ลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา)อาคาร A และ โครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (สยาม-ปทุมวัน) อาคาร B ใช้เป็นกรณีศึกษา

เหตุผลในการเลือกโครงการดังกล่าว เนื่องจากมีสาเหตุหลายประการดังต่อไปนี้

3.2.1 มีการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคารเหมือนกัน โดยลักษณะทั้ง 2 โครงการเป็นอาคารประเภทเดียวกัน ความสูงและพื้นที่อาคารใกล้เคียงกัน แต่มีแบบและรายละเอียดในการก่อสร้างที่ต่างกัน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบและศึกษาข้อมูลได้ชัดเจน

3.2.2 เป็นโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างอาคาร ซึ่งตรงกับระยะเวลาในการทำวิจัยของผู้วิจัย

3.2.3 สถานที่ตั้งโครงการตั้งอยู่ไปไกลมากนัก ซึ่งผู้วิจัยสามารถเดินทางไปเก็บข้อมูลได้สะดวก

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้วิธีเฝ้าสังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้างโครงการแล้วนำมาวิเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ

3.3.1 **กล้องถ่ายรูป** ที่ใช้บันทึกภาพขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆ ของการก่อสร้าง นำมาบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างอาคาร เก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ของการก่อสร้างนี้ และสอบถาม สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงการ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ผล

3.3.2 **แบบบันทึกรายละเอียดการก่อสร้าง** เป็นใบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการสังเกตบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง เพื่อเก็บรายละเอียดในการทำงานแต่ละวันโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ วัน เดือน ปี, รายการทำงาน, จำนวนคนงาน, ระยะเวลาในการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่างๆ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

3.4.1 เตรียมการก่อนเข้าเก็บข้อมูล เริ่มต้นการทำงานโดยการ ขอหนังสือแนะนำตัวจาก ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเข้าพบกับเจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้ประกอบการ ที่เกี่ยวข้องกับการหาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อขออนุญาตในการเข้าทำการวิจัยยังสถานที่ก่อสร้างของทั้ง 2 โครงการ

3.4.2 ดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารทั้งจากการรวบรวมข้อมูลจาก บทความ เอกสารวิชาการต่างๆ และยังได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับโครงการที่ไปดูงานตามที่ต่างๆ เพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาใช้ประกอบการทำวิจัย เมื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นมาพอสมควรแล้ว จึงได้เริ่มเข้าไปทำการสำรวจและเก็บข้อมูลการก่อสร้างโครงการ (โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้นตั้งแต่เดือนเมษายน 2549 ถึง เดือนกันยายน 2549)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างอาคารทั้ง 2 โครงการแล้ว จะได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 การตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นการนำข้อมูลดิบเบื้องต้นที่ได้จากการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร มาวิเคราะห์จัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ ตามหัวข้อของเรื่องที่ทำการวิจัย และทำการตรวจสอบดูว่าข้อมูลใดที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วจึงไปเก็บข้อมูลเหล่านั้นให้ครบสมบูรณ์ทุกประเด็น

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่จัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ ไว้แล้ว มาแยกวิเคราะห์ออกเป็นเรื่องต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยมีรายละเอียดและลำดับต่างๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL และ ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT กับระบบผนังก่ออิฐเพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของการก่อสร้าง

2. วิเคราะห์ด้านเทคนิคในการก่อสร้าง ของโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ว่ามีข้อดี-ข้อด้อยแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งเปรียบเทียบข้อดี-ข้อด้อยทางด้านเทคนิคการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป กับระบบผนังก่ออิฐ

3. วิเคราะห์ด้านแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับ ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

4. วิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง เป็นการวิเคราะห์ให้เห็นถึง ราคาค่าก่อสร้างจริงต่อหน่วย ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับชิ้นส่วนแบบ COMPONENT พร้อมวิเคราะห์กับระบบผนังก่ออิฐ และวิเคราะห์ถึงสัดส่วนราคาค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคารด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ต่อราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดของทั้ง 2 โครงการ

5. วิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้าง เป็นการวิเคราะห์ในเรื่องของระยะเวลาในการทำงานต่อชั้น ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับชิ้นส่วนแบบ COMPONENT พร้อมทั้งเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างกับระบบผนังก่ออิฐ

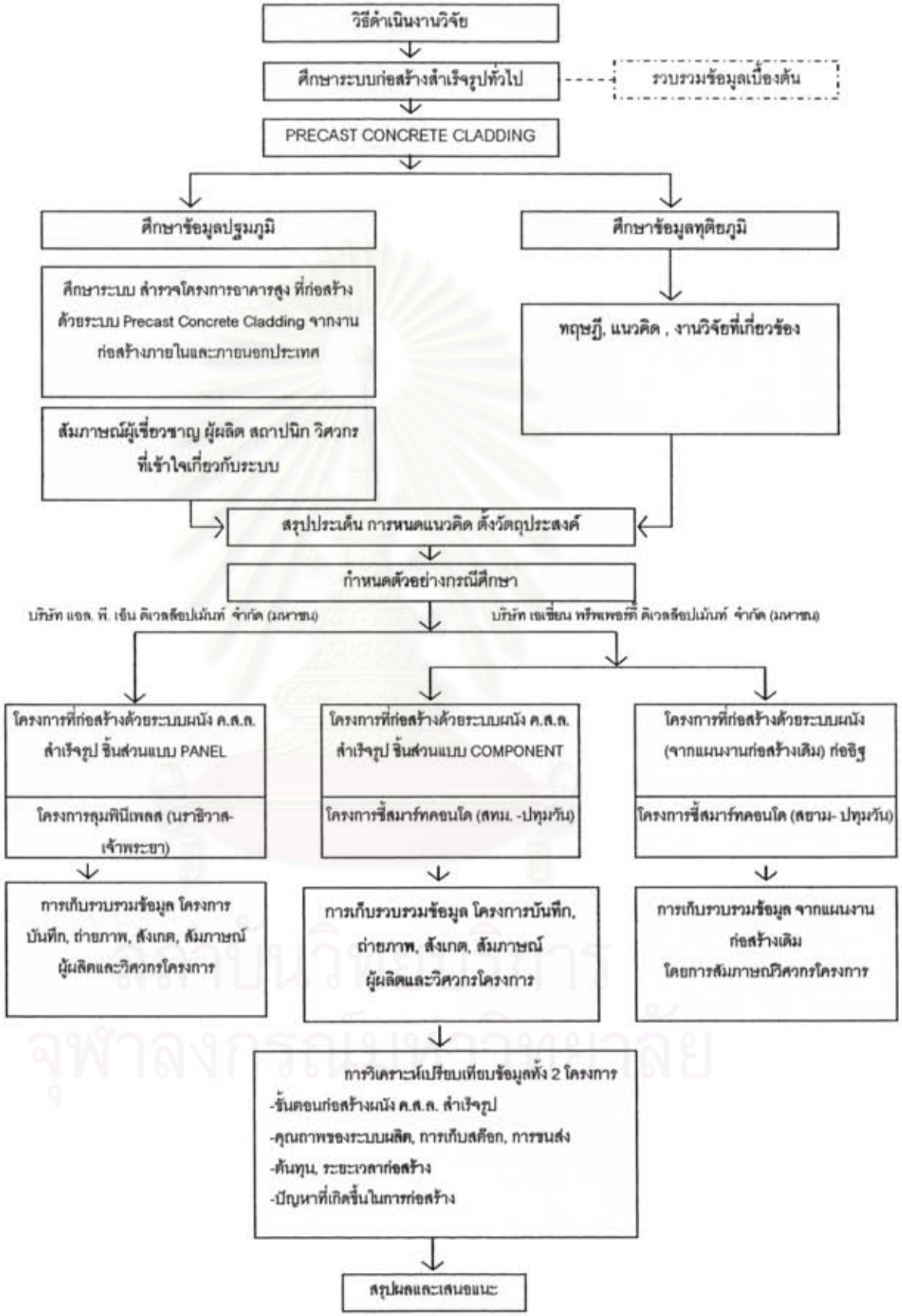
6. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง เป็นการนำเอาผลที่ได้จากการศึกษารายละเอียดโครงการว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้างอย่างไรบ้าง มาแยกออกเป็นประเด็นต่างๆโดยจะสรุปเป็นตารางในเรื่องของ กลุ่มของปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ไข

3.6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

3.6.1 สรุปผลการวิจัย หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย จะสรุปผลการวิจัยโดยใช้ผลการวิจัยเป็นประเด็นหลักในการสรุปผล และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากทฤษฎี แนวความคิด วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวอ้างเพื่อให้น้ำหนักสรุปผลมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับความเป็นจริง

3.6.2 ข้อเสนอแนะ จะเป็นข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงได้จากบทสรุปของการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร เพื่อจะสามารถพัฒนาระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต

แผนภูมิที่ 3.1 แสดงวิธีดำเนินการวิจัย



บทที่ 4

รายละเอียดโครงการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาเปรียบเทียบ อาคารสูงที่มีการก่อสร้างด้วยแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จำนวน 2 หลัง โดยที่ทั้ง 2 หลังนั้นมีรายละเอียดของการออกแบบและการก่อสร้างที่แตกต่างกัน แต่มีรูปแบบทางสถาปัตยกรรมและขนาดของโครงการที่มีความใกล้เคียงกัน โดยทางผู้ประกอบการตัดสินใจนำเอาระบบการก่อสร้างด้วยแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมาใช้ ในส่วนที่เป็นเฉพาะผนังภายนอกอาคาร โดยนำมาทดแทนการก่อสร้างในระบบเดิม มีรายละเอียดดังนี้

4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา

4.1.1 รายละเอียดโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

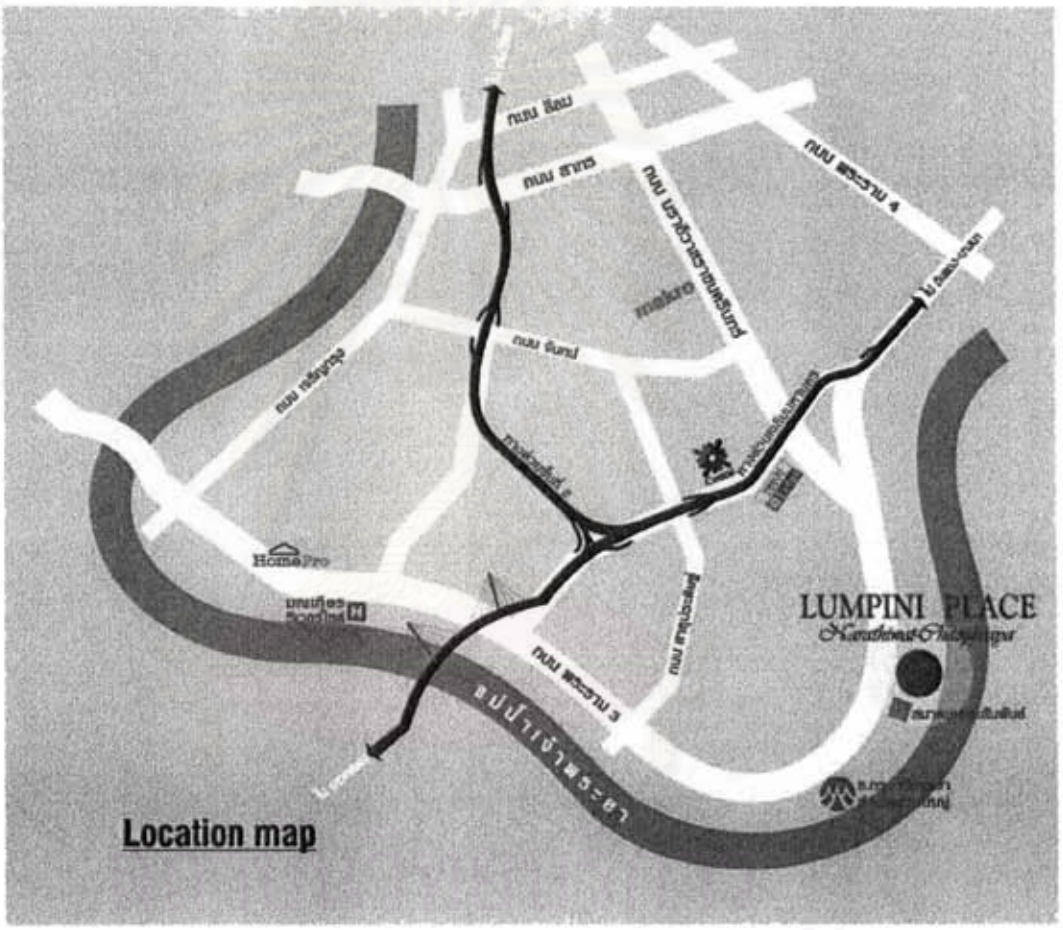
1. รายละเอียดโครงการ

ชื่อโครงการ	ลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา)
เจ้าของโครงการ	บ. แอล พี เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)
ประเภทโครงการ	อาคารชุดพักอาศัยสูง 29 ชั้น
จำนวนหลังรวม	3 อาคาร (อาคาร A, อาคาร B, อาคาร C)
จำนวนที่ทำการศึกษา	ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร ในการก่อสร้างอาคารสูง เลือกทำการศึกษา เฉพาะอาคาร A
ที่ตั้งโครงการ	27/8 ตรอกนอกเขต แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร 10120
ออกแบบสถาปัตยกรรม	บริษัท พีเอ. ดีไซน์ จำกัด
บริษัทผู้รับเหมาหลัก	บริษัท ไตรกรุ๊ป รัชดา จำกัด
บริษัทผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	บริษัท พรีคาสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เป็นบริษัทในเครือ POSTEN มีโรงงานผลิตหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป อยู่ที่ อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
ระยะเวลาดำเนินโครงการ	เดือนธันวาคม 2548 ถึง เดือนมีนาคม 2550
ระยะเวลาที่ดำเนินการศึกษา	เดือนตุลาคม 2549 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2550

แบบอาคารที่เลือกเป็น แบบอาคาร A

ระบบการก่อสร้าง ก่อสร้างด้วยระบบพื้น POST TENSION ผนังด้านนอกอาคารเป็นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

2. แผนที่ตั้งโครงการ



ภาพที่ 4.1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ ลุมพินีเพลส นราธิวาส-เจ้าพระยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. พื้นที่ใช้สอย

1. ชั้นที่ 1 – ชั้นที่ 5

เป็นอาคารจอดรถ	พื้นที่ 10,840.00 ตร.ม. จอดรถได้ 340 คัน

2. ชั้นที่ 6

เป็นส่วนพักอาศัย	พื้นที่ 1,206.00 ตร.ม. มีรายละเอียดดังนี้
ห้องพักขนาด 30 ตร.ม.	จำนวน 4 ห้อง
ห้องพักขนาด 40 ตร.ม.	จำนวน 8 ห้อง
ห้องพักขนาด 68 ตร.ม.	จำนวน 4 ห้อง
ห้องพักขนาด 98 ตร.ม.	จำนวน 2 ห้อง

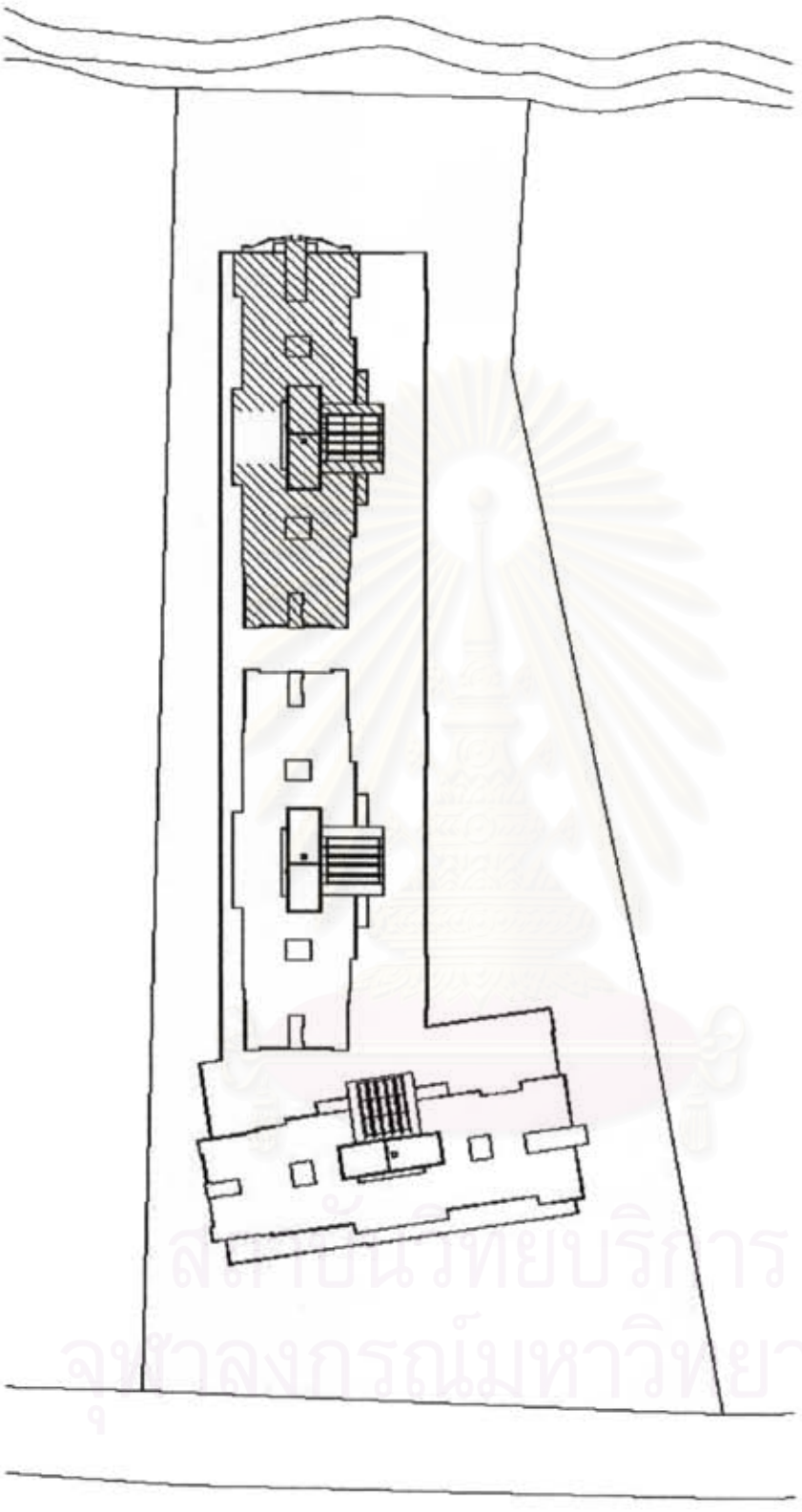
3. ชั้นที่ 7-29

เป็นส่วนพักอาศัย	พื้นที่ 27,738.00 ตร.ม. มีรายละเอียดดังนี้
ห้องพักขนาด 30 ตร.ม.	จำนวน 92 ห้อง
ห้องพักขนาด 40 ตร.ม.	จำนวน 184 ห้อง
ห้องพักขนาด 68 ตร.ม.	จำนวน 92 ห้อง
ห้องพักขนาด 98 ตร.ม.	จำนวน 46 ห้อง

4. ชั้นหลังคาดาดฟ้า พื้นที่ 1,206.00 ตร.ม.

สรุป พื้นที่อาคารทั้งหมดเท่ากับ 40,990.00 ตร.ม.

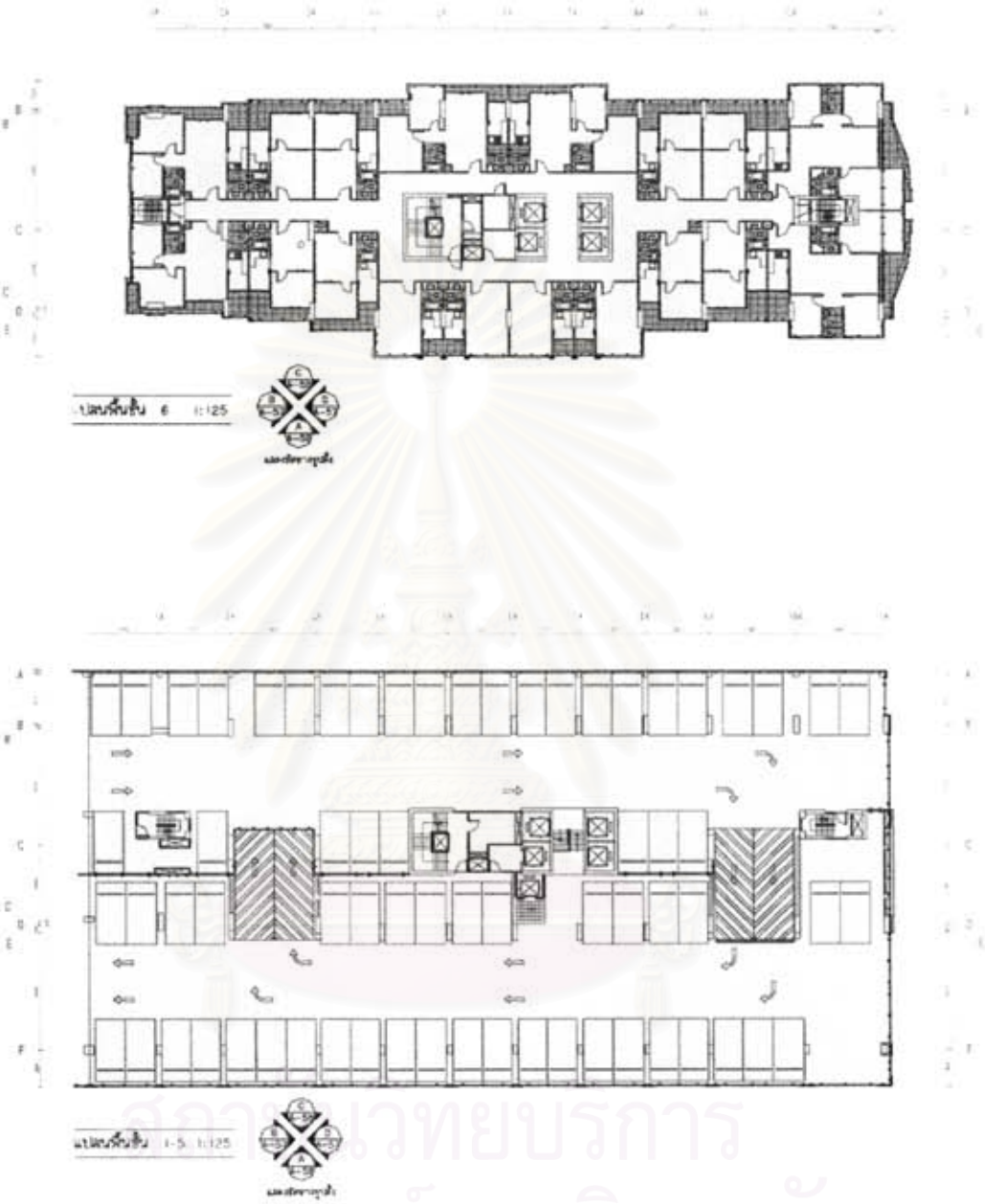
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.2 แสดงผังโครงการ ลุมพินีเพลส (นราธิวาส- เจ้าพระยา) ไม่ได้เข้ามาตราส่วน

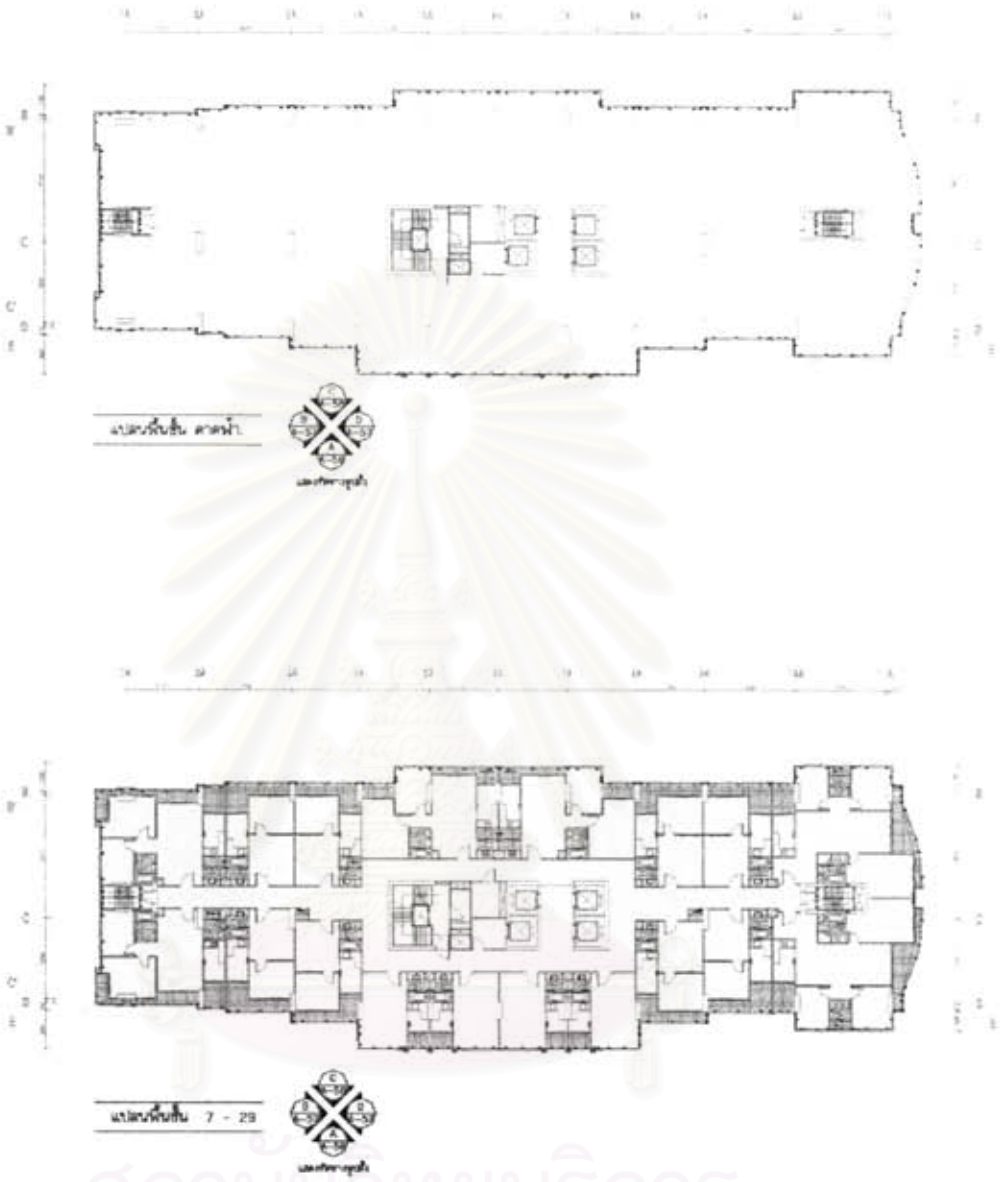
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. รูปแบบอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



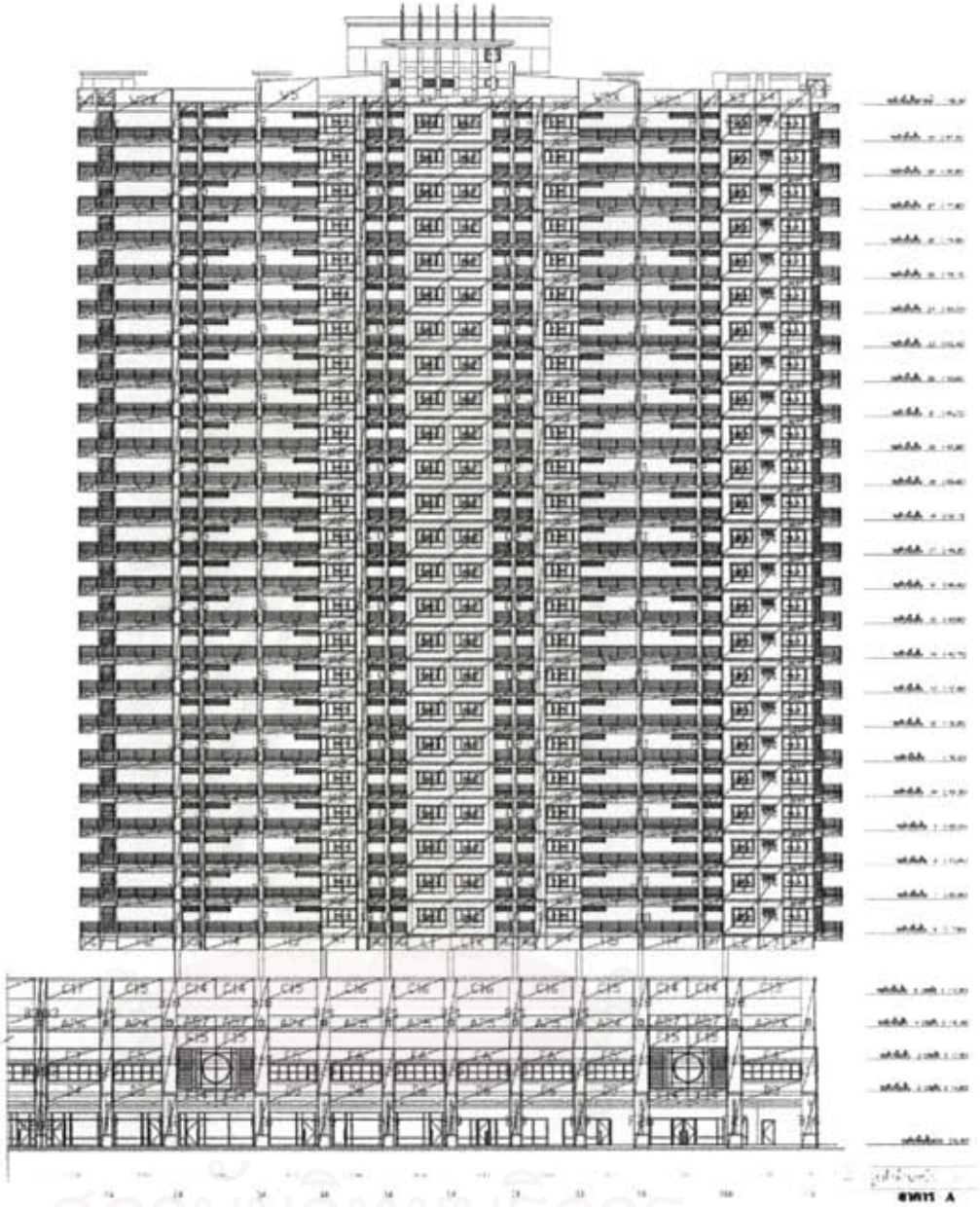
ภาพที่ 4.3 แสดงผังพื้นจอดรถชั้นที่ 1-5 และผังพื้นชั้นที่ 6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



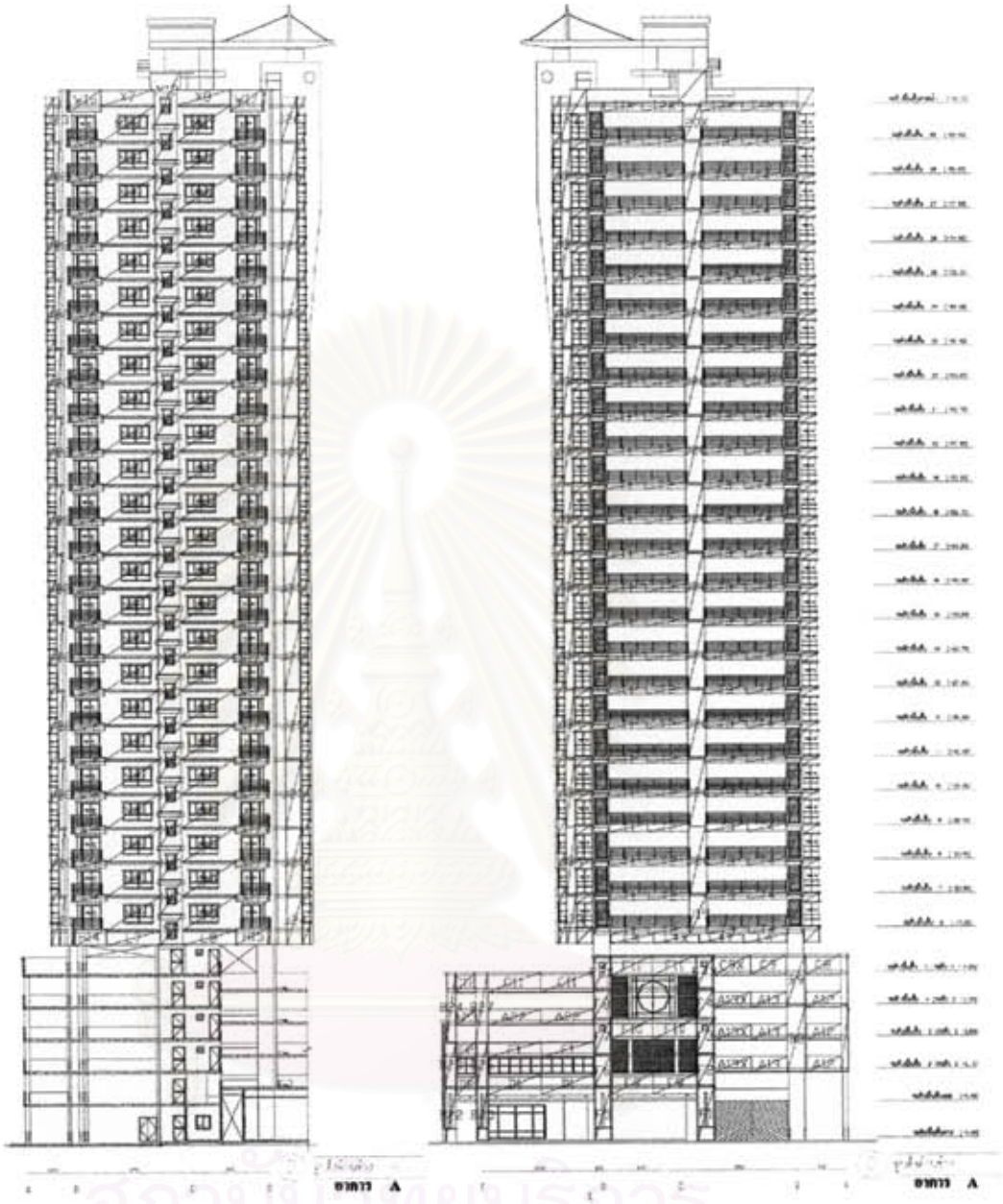
ภาพที่ 4.4 แสดงผังพื้นชั้นที่ 7-29 และผังพื้นชั้นดาดฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



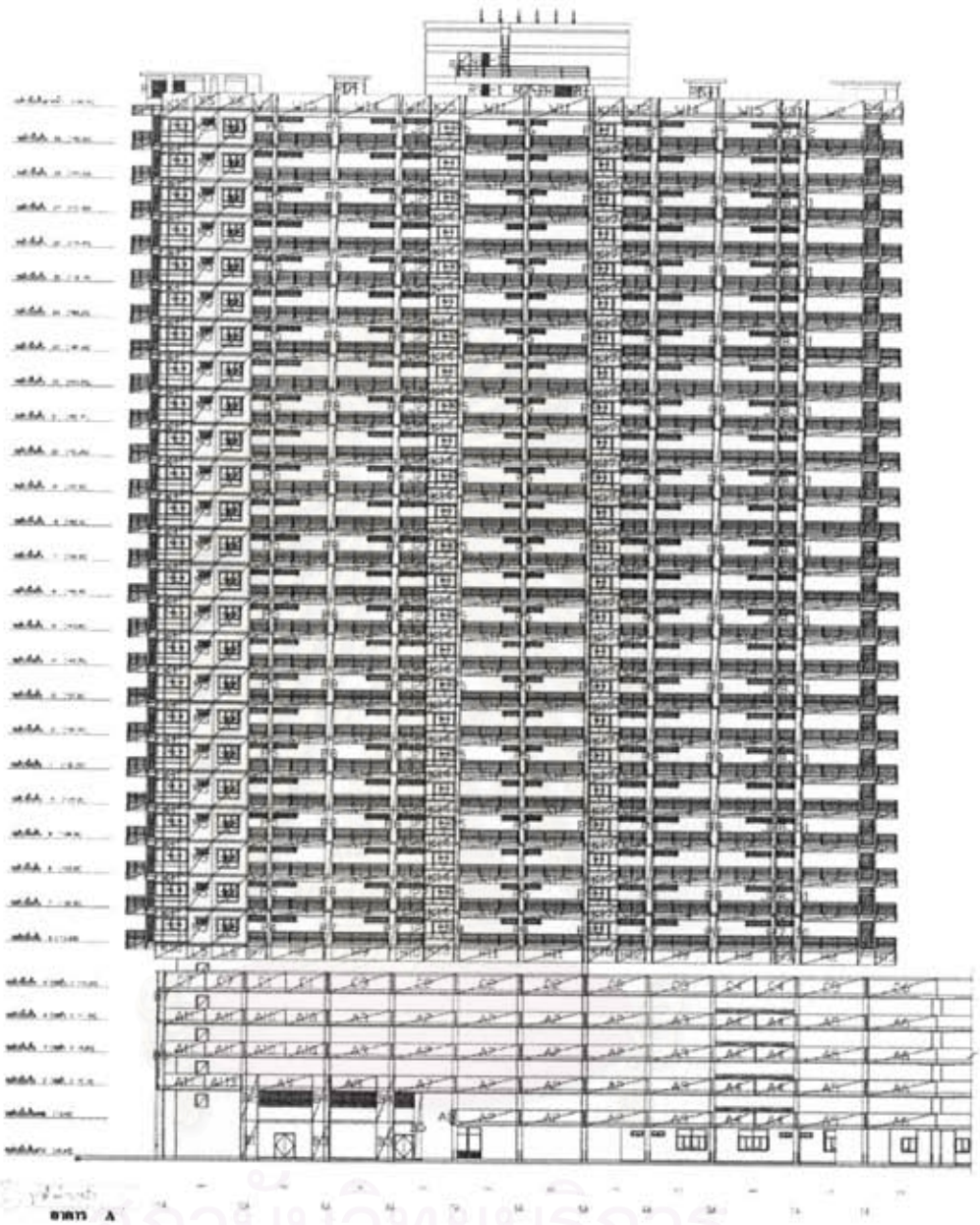
ภาพที่ 4.5 แสดงรูปด้านหน้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.6 แสดงรูปด้านข้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.7 แสดงรูปด้านหลัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 รายละเอียดโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

1. รายละเอียดโครงการ

ชื่อโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (สยาม-ปทุมวัน)

เจ้าของโครงการ บ. เอเชี่ยน พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน)

ประเภทโครงการ อาคารชุดพักอาศัยสูง 26 ชั้น

จำนวนหลังรวม 2 อาคาร (อาคาร A, อาคาร B)

จำนวนที่ทำการศึกษา ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร ในการก่อสร้างอาคารสูง เลือกทำการศึกษา เฉพาะอาคาร B

ที่ตั้งโครงการ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

บริษัทผู้รับเหมาหลัก บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน)

บริษัทผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด เป็นบริษัทในเครือ บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) มีโรงงานผลิตหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป อยู่ที่ อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

ระยะเวลาดำเนินโครงการ เดือนสิงหาคม 2548 ถึง เดือนมีนาคม 2550

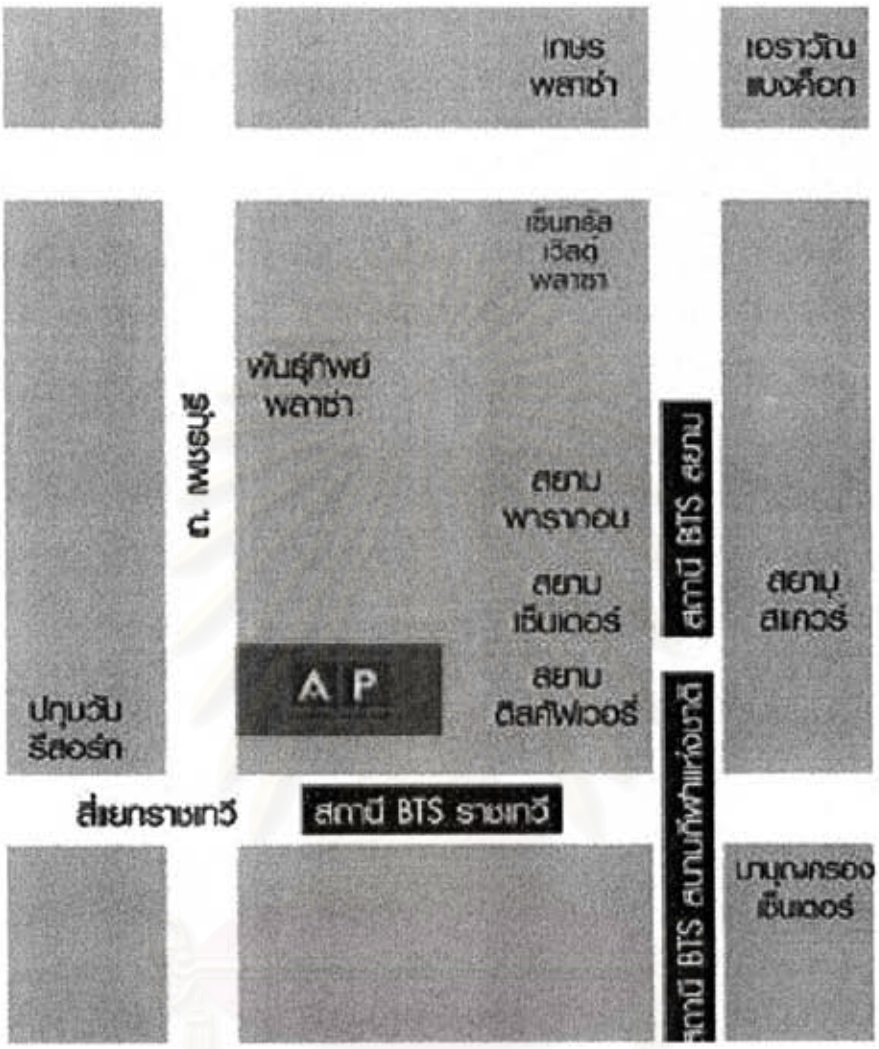
ระยะเวลาที่ดำเนินการศึกษา เดือนตุลาคม 2549 ถึง เดือนมีนาคม 2550

แบบอาคารที่เลือกเป็น แบบอาคาร B

ระบบการก่อสร้าง ก่อสร้างด้วยระบบพื้น POST TENSION ผนังด้านนอกอาคารเป็นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. แผนที่ตั้งโครงการ



ภาพที่ 4.8 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. พื้นที่ใช้สอย

1. ชั้นที่ 1 – 7

เป็นอาคารจอดรถ พื้นที่ 10,822.00 ตร.ม. จอดรถได้ 238 คัน

2. ชั้นที่ 8-26

เป็นส่วนพักอาศัย พื้นที่ 29,450.00 ตร.ม. มีรายละเอียดดังนี้

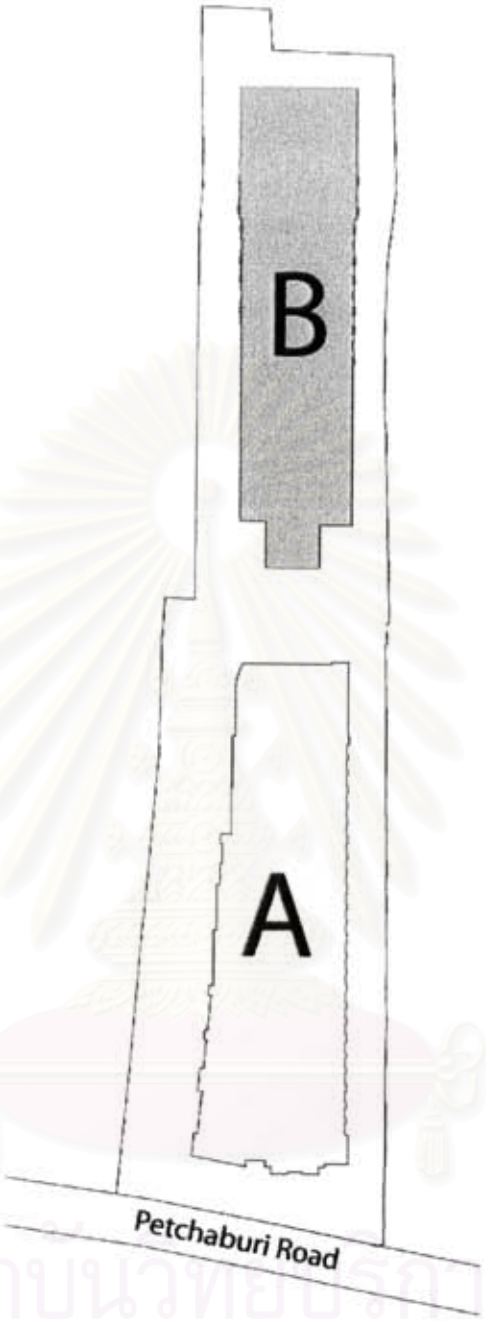
ห้องพักแบบ A1 ขนาด 119 ตร.ม. จำนวน	19 ห้อง
ห้องพักแบบ A2 ขนาด 115.50 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ A3 ขนาด 140 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ B1 ขนาด 67 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ B2 ขนาด 76 ตร.ม. จำนวน	19 ห้อง
ห้องพักแบบ B3 ขนาด 98 ตร.ม. จำนวน	19 ห้อง
ห้องพักแบบ B4 ขนาด 81 ตร.ม. จำนวน	19 ห้อง
ห้องพักแบบ B5,B7 ขนาด 84.5 ตร.ม. จำนวน	40 ห้อง
ห้องพักแบบ B6 ขนาด 76 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ C1 ขนาด 55 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ C2 ขนาด 59.5 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ C3 ขนาด 55 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง
ห้องพักแบบ C4 ขนาด 55 ตร.ม. จำนวน	20 ห้อง

3. ชั้นที่ 27 เป็นส่วนพักอาศัย และห้องออกกำลังกาย

พื้นที่ 1,550.00 ตร.ม.

สรุป พื้นที่อาคารทั้งหมดเท่ากับ 41,822.00 ตร.ม.

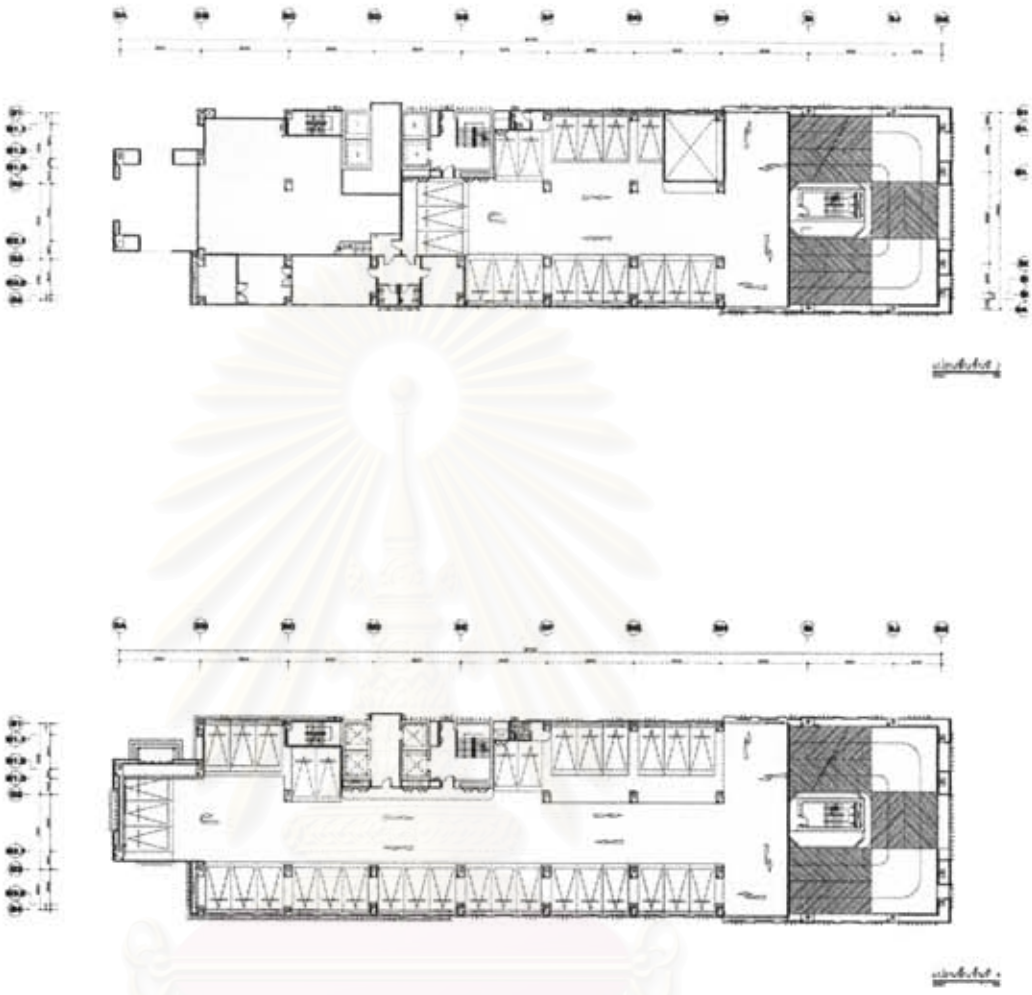
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.9 แสดงผังโครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ไม่ได้เข้ามาตราส่วน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. รูปแบบอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

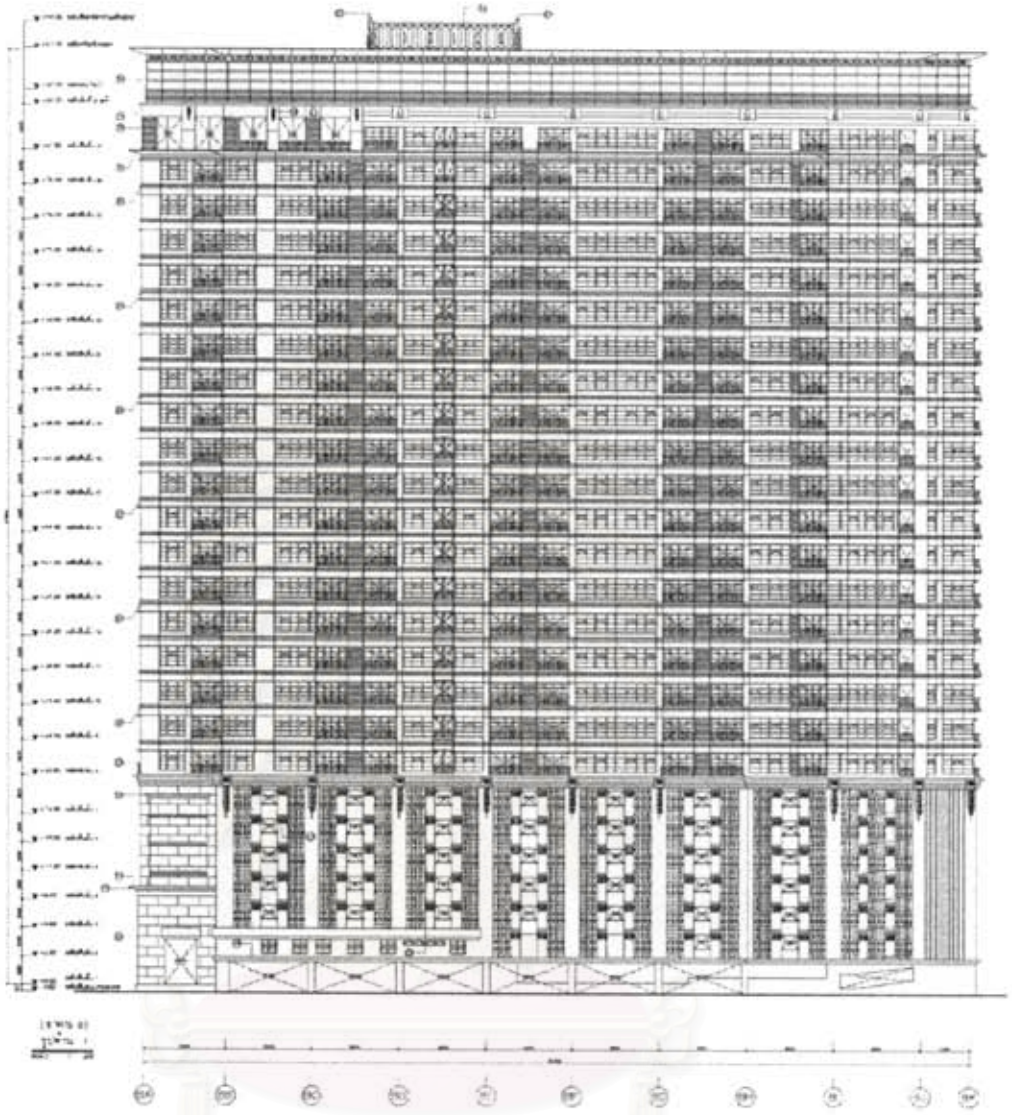


ภาพที่ 4.10 แสดงผังพื้นจอดรถชั้นที่ 1-7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

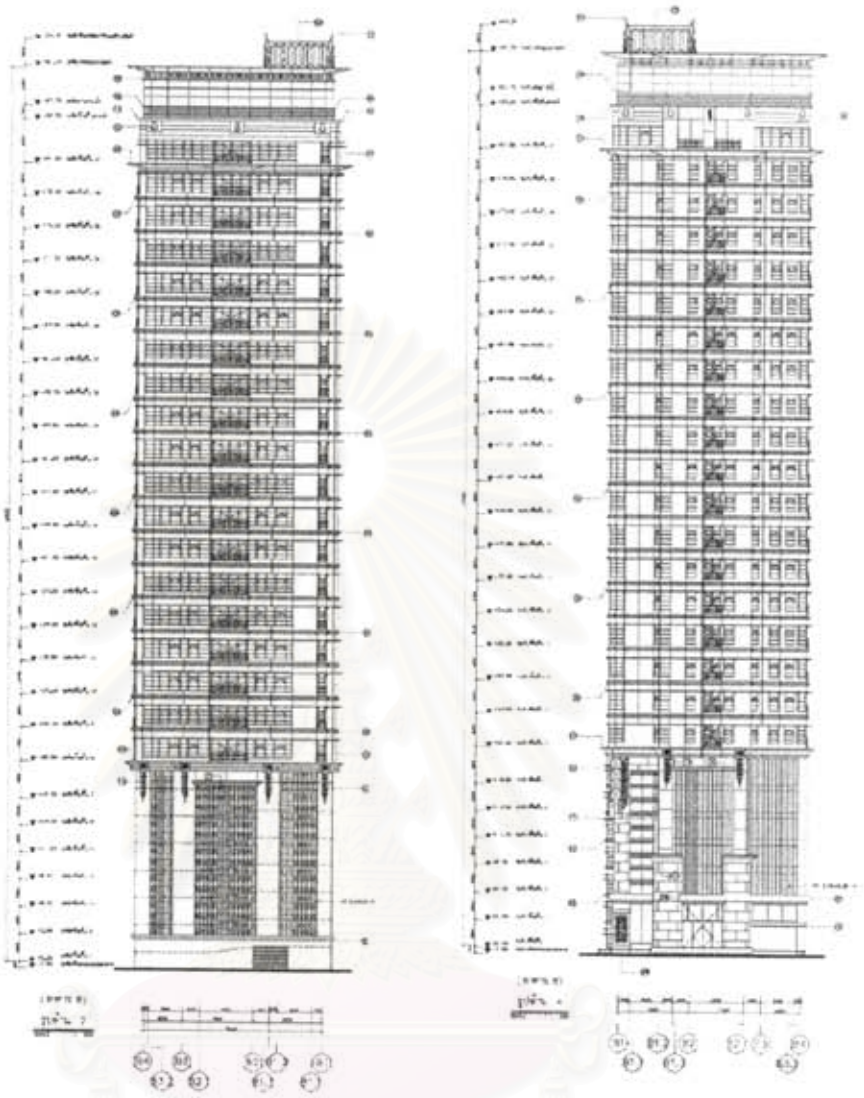
ภาพที่ 4.11 แสดงผังพื้นชั้นที่ 8-26 และผังพื้นชั้นที่ 27

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



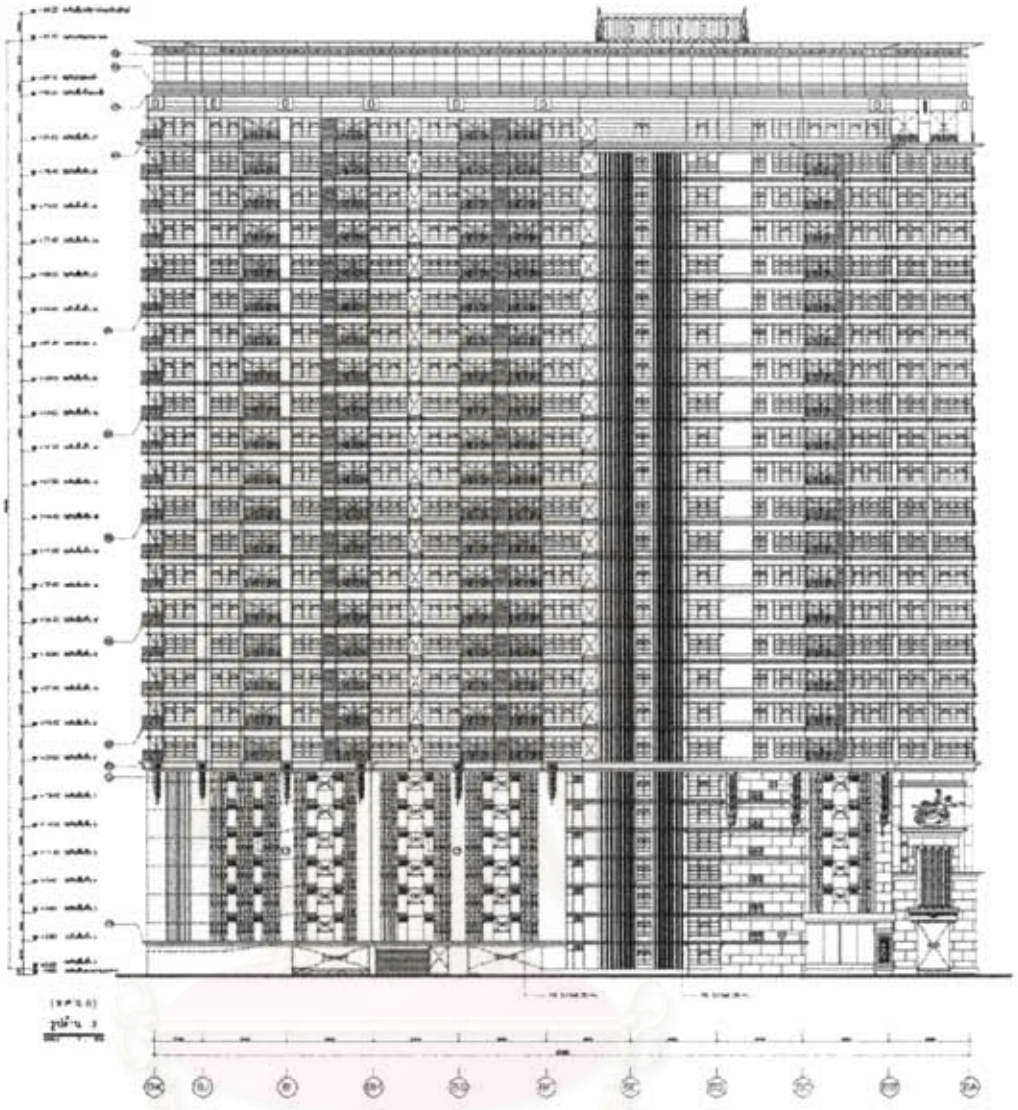
ภาพที่ 4.12 แสดงรูปด้าน 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.13 แสดงรูปด้าน 2 และ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.14 แสดงรูปด้าน 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	ประเภทโครงการ	อาคารชุดพักอาศัย	อาคารชุดพักอาศัย
2.	จำนวนชั้นรวม	29 ชั้น	27 ชั้น
3.	จำนวนชั้นจอดรถ	5 ชั้น (340 คัน)	7 ชั้น (238 คัน)
4.	จำนวนชั้นพักอาศัย	24 ชั้น (432 unit)	20 ชั้น (276 unit)
5.	**พื้นที่ใช้สอยรวม (ตร.ม.)**	**40,990.00 ตร.ม.**	**41,822.00 ตร.ม.**
6.	พื้นที่จอดรถ (ตร.ม.)	10,840.00 ตร.ม.	10,822.00 ตร.ม.
7.	พื้นที่พักอาศัย (ตร.ม.)	30,150.00 ตร.ม.	31,000.00 ตร.ม.

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

4.2 รายละเอียดการก่อสร้าง วัสดุพื้นฐานโดยทั่วไปจะใช้ลักษณะเดียวกัน มีความแตกต่างกันในส่วนของงานผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ซึ่งจะเป็นการใช้ผนังคสล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับการใช้ผนังคสล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ตลอดจนมีการออกแบบรอยต่อที่มีความแตกต่างกันในการก่อสร้างอาคาร

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	งานเสาเข็ม	เข็มเจาะ	เข็มเจาะ
2.	โครงสร้างอาคาร	เสาคสล. หล่อในที่ คานคสล. หล่อในที่(ชั้นที่1) พื้นPOST- TENSION ชั้นที่ 2-29	เสาคสล. หล่อในที่ คานคสล. หล่อในที่(ชั้นที่1) พื้นPOST- TENSION ชั้นที่ 2-27
3.	หลังคา	ค.ส.ล. หล่อในที่	ค.ส.ล. หล่อในที่
4.	งานผนังภายนอก	***ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL*** -WINDOW PANEL -WALL PANEL	***ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบCOMPONENT*** -HORIZONTAL COMPONENT -VERTICAL COMPONENT
5.	งานผนังภายใน	ก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ	ก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ
6.	พื้นผิว	กระเบื้อง	กระเบื้อง
7.	ประตู-หน้าต่าง	วงกบอลูมิเนียม	วงกบอลูมิเนียม

		กรอบบานอลูมิเนียม ลูกฟักกระจกเขียว	กรอบบานอลูมิเนียม ลูกฟักกระจกเขียว
8.	ฝ้าเพดาน	ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 9 มม.	ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 9 มม.
9.	งานสี	ทาสีอาคารด้วยสีพลาสติก	ทาสีอาคารด้วยสีพลาสติก

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

4.3 ลักษณะการดำเนินการก่อสร้าง

4.3.1 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ลักษณะ เป็นโครงการอาคารชุด สูง 29 ชั้น 3 หลัง เพื่อใช้เป็นอาคารชุดพักอาศัย การพาณิชย์ และจอดรถ โดยมีบริษัท แอล.พี.เอ็น.ดิเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) เป็นเจ้าของโครงการและบริหารงานก่อสร้าง โดยทางบริษัทได้จัดหาผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมและงานโครงสร้างเอง โดยผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมคือบริษัท พีเอ. ดีไซน์ จำกัด และได้ว่าจ้าง บริษัท ไตรกรุ๊ป รัชดา จำกัด เป็นผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรมและงานโครงสร้าง และงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ได้ว่าจ้างบริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่งจำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิต และ ติดตั้ง ระบบผนังค สล. สำเร็จรูป โดยบริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด มีสำนักงานตั้งอยู่ที่ 39-147 อาคาร POSTEN HOUSE ถนนรัชดาภิเษก เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร และมีโรงงานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป อยู่ที่อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี โดยมีเนื้อที่ 3.5 ไร่ ซึ่งประกอบด้วยอาคารโรงงาน สำนักงาน และ บ้านพักคนงาน

โดยทางบริษัท พีเอ. ดีไซน์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ออกแบบทางสถาปัตยกรรม ได้กำหนดให้รูปแบบผนังภายนอกอาคารเป็นระบบ ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป มาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ โดยกำหนดรูปแบบมาอย่างคร่าวๆ จากนั้นจะถูกกำหนดรายละเอียดโดยทีมออกแบบของบริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการก่อสร้างต่อไป

4.3.2 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลักษณะ เป็นโครงการอาคารชุด สูง 27 ชั้น 2หลัง เพื่อใช้เป็นอาคารชุดพักอาศัย การพาณิชย์ และจอดรถ โดยมีบริษัท บ. เอเซี่ยน พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด(มหาชน) เป็นเจ้าของโครงการ โดยทางบริษัทได้จัดหาผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมและงานโครงสร้างเอง และได้ว่าจ้าง บริษัท บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) เป็นผู้รับเหมาโครงการ และงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ได้ว่าจ้างบริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิต และ ติดตั้ง

ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป โดยบริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด เป็นบริษัท ในเครือของบริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) มีสำนักงาน และโรงงานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตั้งอยู่ที่ ถนนพหลโยธิน – ลำลูกกา ต.ลำลูกกา อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี

โดยรูปแบบการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารแต่เดิม ทางบริษัทผู้ออกแบบได้กำหนดเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ แต่ทางบริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) ได้เสนอให้เปลี่ยนระบบการก่อสร้างจากผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบมาเป็นระบบ ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปแทน ทำการปรับแบบการก่อสร้างและผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยบริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด

ในระหว่างทำการวิจัยเมื่องานก่อสร้างอาคาร B ซึ่งทางผู้วิจัยได้ใช้เป็นกรณีศึกษาดำเนินการก่อสร้างไปได้ประมาณ 80 % ได้มีการเปลี่ยนแปลงผู้รับเหมาจากบริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) มาเป็นบริษัท อาร์ทีเอช คอนสตรัคชั่น จำกัด ซึ่งจะเข้ามาดำเนินการก่อสร้างโครงการต่อ (เฉพาะอาคาร B) เริ่มเข้ามาดำเนินการตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม 2550 สำหรับบริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน)ยังคงดำเนินการก่อสร้างอาคาร A ต่อ โดยทางผู้วิจัยจึงได้นำแผนการทำงานส่วนที่เหลือของบริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) มาใช้ประกอบเป็นข้อมูลในงานวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการศึกษาวิจัย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้วิจัยโดยการเก็บรวบรวมด้วยวิธีการใช้เครื่องมือ ต่างๆ ในการวิจัยเบื้องต้นที่กล่าวมา ได้ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ต่อไปนี้ ผลการศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป การผลิตผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ต้นทุน ระยะเวลา เครื่องมืออุปกรณ์และแรงงาน ในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ระหว่างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ซึ่งมีผลการศึกษาเป็นลำดับดังต่อไปนี้

5.1 ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต

5.1.1 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

เป็นโครงการที่มีการใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANELในการก่อสร้างอาคาร สามารถช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารลงได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านการขนส่งและการยกประกอบติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก

1. **ขั้นตอนการออกแบบ** จะเป็นการนำแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารชุดที่มีการออกแบบไว้ ซึ่งผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม ได้กำหนดให้รูปแบบผนังภายนอกอาคารเป็นระบบ ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป โดยกำหนดรูปแบบมาอย่างคร่าวๆ จากนั้นจะถูกกำหนดรายละเอียดโดยทีมออกแบบของบริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการก่อสร้าง สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.1 พิจารณาความเป็นไปได้ การทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น ขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วนค.ส.ล.สำเร็จรูปแต่ละชิ้นส่วนว่าสามารถทำการผลิตและติดตั้งได้หรือไม่

1.2 การขนส่งและการติดตั้ง จะมีผลต่อการออกแบบขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนเช่นกัน โดยพิจารณาว่าเมื่อเลือกขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วนแล้วจะสามารถทำการยกและขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างได้สะดวกหรือไม่ จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร ในโครงการลุมพินีเพลส จะมีการใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL ในการก่อสร้างโดยการรับน้ำหนักของเครนรางที่ใช้ในโรงงานผลิต รับน้ำหนักได้สูงสุดไม่เกิน 3.5 ตันและ การรับน้ำหนักของทาวเวอร์เครนที่ SITE งาน

ก่อสร้างรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 2 ตัน ซึ่งการออกแบบขนาดของชิ้นส่วนดังกล่าวจะต้องสามารถยกและขนส่งไปได้ในรถเทลเลอร์ และสามารถยกติดตั้งหน้างานได้ การเลือกวิธีดังกล่าวข้อดีคือ ทำให้ลดจำนวนเที่ยวในการขนส่ง และลดระยะเวลาในการประกอบจุดรอยต่อลงได้

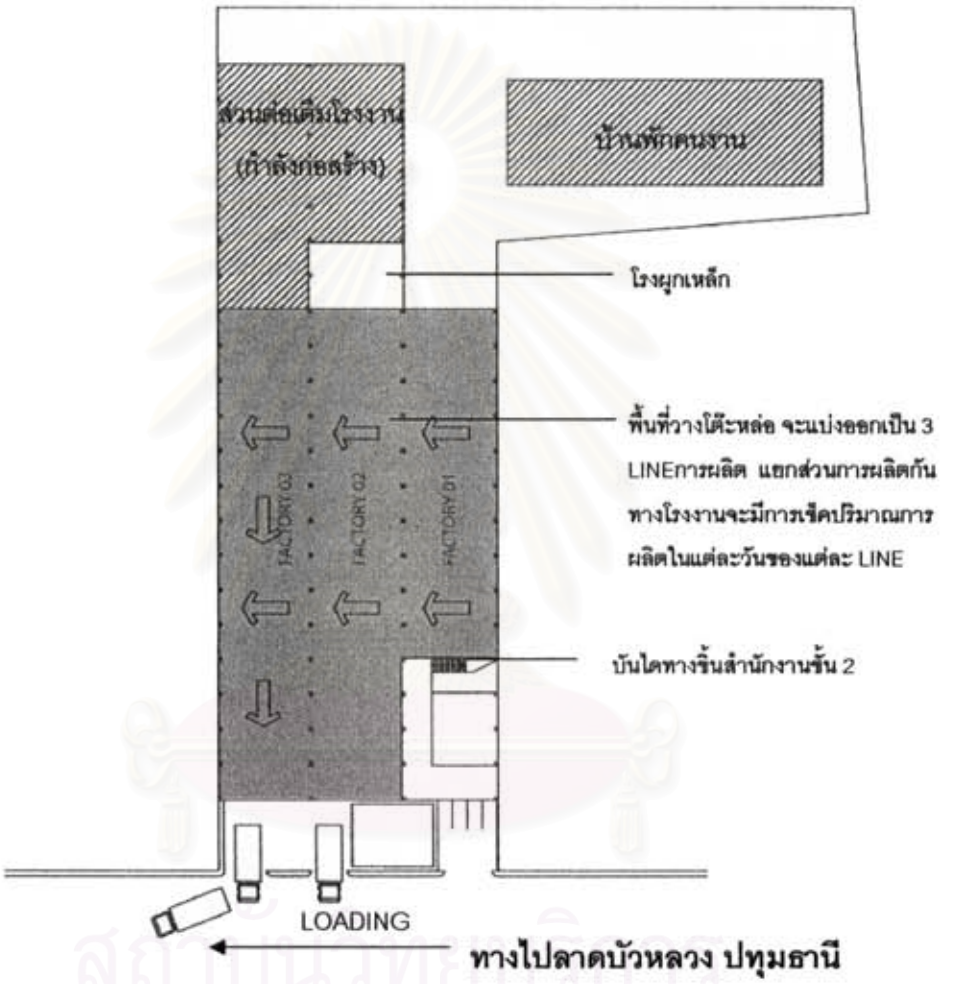
2. **การจัดทำแบบก่อสร้าง** ขั้นตอนนั้นมีลักษณะที่คล้ายกับการทำแบบสำเร็จรูปทั่วไป หลังจากการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม และกำหนดรูปแบบมาอย่างคร่าวๆ แล้ว จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนและกำหนดขนาดและการเสริมเหล็กในชิ้นงานตามข้อกำหนดการออกแบบ โดยต้องนำมาพิจารณาในเรื่องความสามารถในการทำงานการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน ตำแหน่งและความแข็งแรงของจุดรอยต่อ จุดยก และจุดแขวนชิ้นส่วนในขณะประกอบติดตั้ง

3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

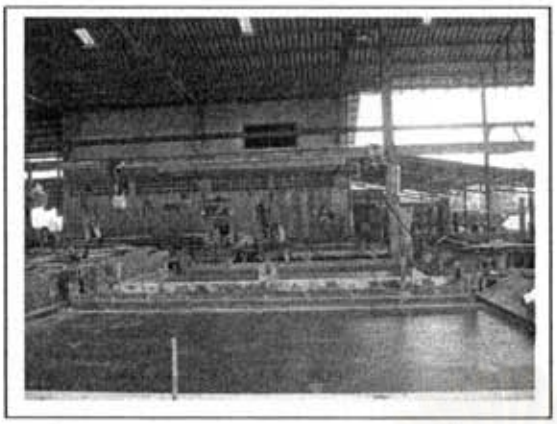
ผลการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จะมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานโดยตรง ซึ่งผลิตโดยบริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด โดยมีโรงงานตั้งอยู่ที่ อำเภอ ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี แล้วจึงนำมาประกอบในสถานที่ก่อสร้าง โดยโรงงานมีพื้นที่ 3.5 ไร่ สภาพทั่วไปของโรงงานหล่อแบบชิ้นส่วน เป็นโรงงานในร่ม ไม่มีผนัง แบ่งส่วนทำงานออกเป็น 3 LINE การผลิตจะมีเครนรางรวมทั้งหมดมี 6 ตัว (รับน้ำหนักได้ไม่เกิน 3.5 ตัน/ตัว) สามารถทำการผลิตชิ้นส่วนผนังคสล. สำเร็จรูปได้ 262.00 ตร.ม.ต่อวัน โดยเฉลี่ย แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- **สำนักงาน** อยู่ใกล้กับทางเข้าออกทางด้านหน้า อยู่บริเวณชั้น 2 ของโรงงาน ใช้พื้นที่เหนือห้องเก็บอุปกรณ์ มีลักษณะเป็นห้องโล่ง ขนาดประมาณ 12 x 10 เมตร
- **ส่วนสโตร์เก็บของ** จะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จะอยู่บริเวณชั้นล่าง ใต้สำนักงาน ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับผลิตชิ้นส่วน ค.ส.ล. สำเร็จรูป ส่วนที่ 2 จะใช้เป็นส่วนกองเก็บเหล็กที่ใช้ในการผลิต และใช้เป็นบริเวณสำหรับผูกเหล็กด้วย
- **ลานหล่อ** เป็นลักษณะพื้นเรียบในแนวระนาบ มีความแข็งแรงไม่ทรุดตัว ซึ่งจะใช้หล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป ลักษณะแบบหล่อ โต๊ะพื้นใช้เหล็กแผ่นหนา 9 มม. วางบนเหล็ก WF150x75 ยึดติดกับลานหล่อปรับระดับ สูงประมาณ 1 เมตร และเข้าแบบด้านข้างโดยใช้เหล็กพับขึ้นรูปหนา 6 มม. โดยจัดขนาดรูปทรงให้ได้ตามแบบ แล้วยึดให้แน่นด้วยการขันสกรูน็อตยึดติดระหว่างเหล็กกดแบบกับโต๊ะพื้น สามารถปรับระยะได้ตามความต้องการ โดยการเจาะรูเพิ่มบริเวณโต๊ะพื้น ซึ่งจะแบ่งกลุ่ม แบบหล่อออกเป็น 3 LINE การผลิต ซึ่งจะผลิตชิ้นส่วนผนังที่แตกต่างกันออกไป

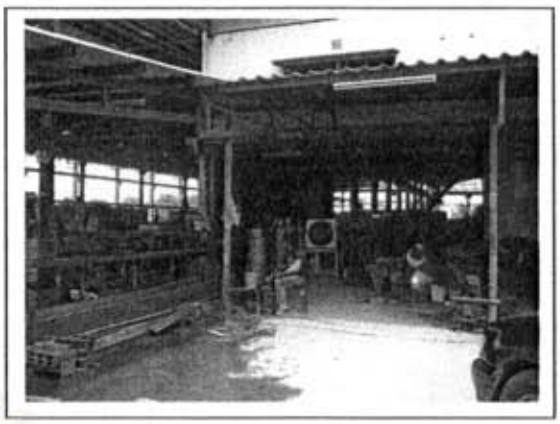
- **ส่วนตกแต่งชิ้นงานและสต๊อคชิ้นงาน** จะอยู่ภายใน LINE 3 ลักษณะเป็นลานคอนกรีตโล่ง การตกแต่งชิ้นงาน จะทำการแขวนชิ้นงานหรือวางบนพื้นขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของชิ้นงานนั้นๆ จากนั้นจะทำการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อรอขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างต่อไป โดยจะพยายามขนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้างทุกวัน เนื่องจากที่กองเก็บวัสดุมีพื้นที่น้อย



ภาพที่ 5.1 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยสังเขป



ภาพที่ 5.2 แสดงส่วนสำนักงานบริเวณชั้น 2

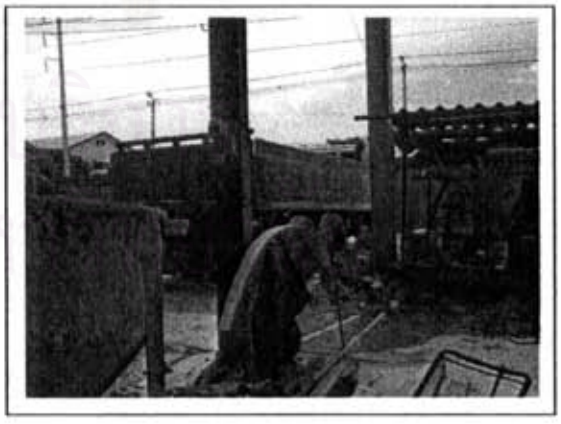


ภาพที่ 5.3 แสดงทางขึ้นสำนักงาน

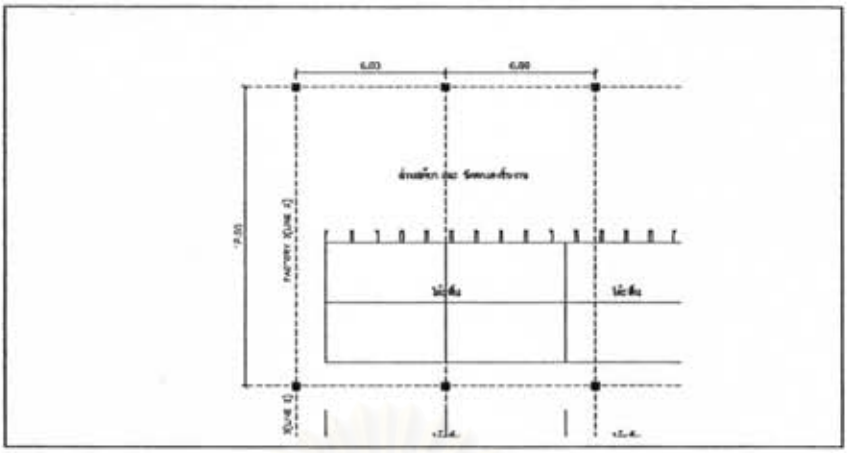
ภาพที่ 5.4 แสดงสโตร์เก็บของและโรงผูกเหล็ก

ภาพที่ 5.5 แสดงบริเวณลานหล่อ

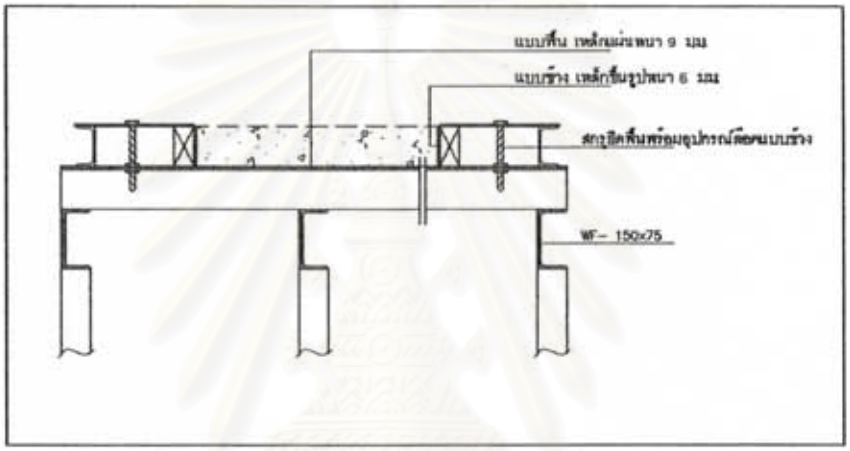
ภาพที่ 5.6 แสดงส่วนขัดแต่งผิวและกองเก็บชิ้นงาน



ภาพที่ 5.7 แสดงส่วน Loading ขนส่งวัสดุและชิ้นงาน



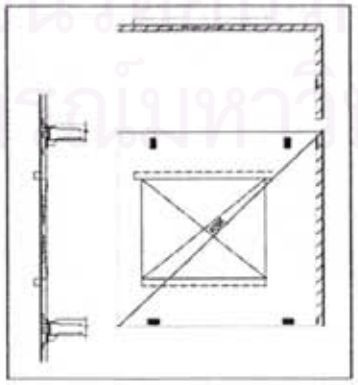
ภาพที่ 5.8 แสดงผังวางโต๊ะผนัง



ภาพที่ 5.9 แสดงรายละเอียดของโต๊ะหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4. รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

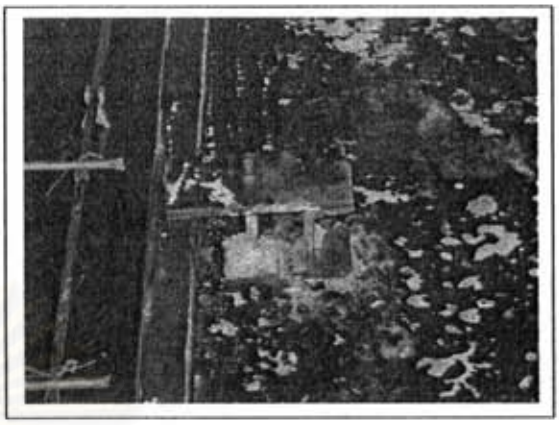
ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป วิธีการผลิตเริ่มจาก การเตรียมแบบหล่อ โดยจะทำการล้างและเช็ดแบบหล่อ ทำการประกอบแบบข้าง จากนั้นจะทำการทาน้ำมันแบบหล่อเพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก



ภาพที่ 5.10 แสดงลักษณะของ PRO. (Production) จากฝ่ายออกแบบ

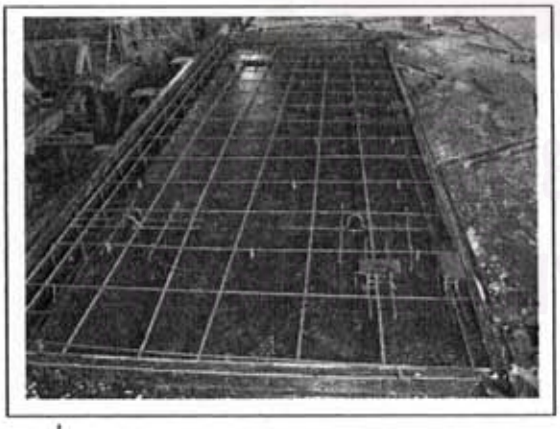
ทำการเตรียมแบบหล่อ โดยทำการล้างและเช็ดแบบ จากนั้นทาด้วยน้ำมันเพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก และทำการปรับระยะแบบเหล็กให้พอดีกับ ชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้

ภาพที่ 5.11 การเตรียมประกอบแบบข้าง

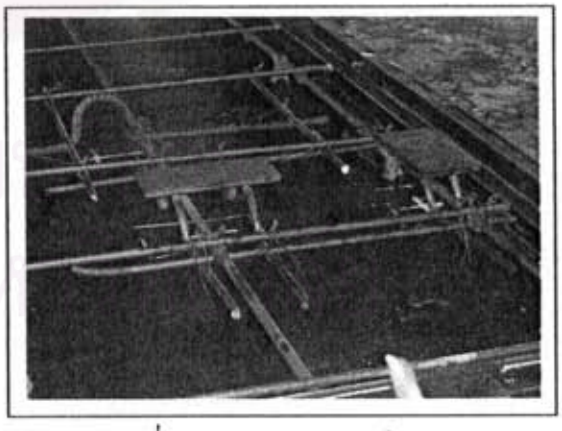


ภาพที่ 5.12 แสดงการยึดแบบข้างด้วยเหล็กและสกรู สามารถถอดปรับตามระยะของแบบได้

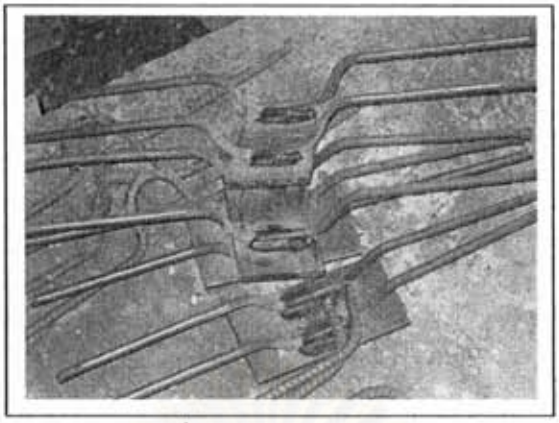
จากนั้นจะทำการใส่โครงเหล็กที่ผูกมาจากโรงผูกเหล็กลงในแบบหล่อ โดยจะใช้เหล็กกลมขนาด 6 , 9 มม. เป็นเหล็กเสริม และ ใช้ Plate หล็ก ขนาด 7.5 x15 ซม. หนา 9 มม. สำหรับ เป็นตัวยึดเชื่อมประกอบชิ้นส่วน จากนั้นก็จะหนุนด้วยลูกปูนเป็นระยะเพื่อให้เหล็กอยู่ห่างจากตัวแบบหล่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด และทำการตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้ง ก่อนจะทำการเทคอนกรีตลงในแบบ



ภาพที่ 5.13 แสดงการใส่โครงเหล็ก



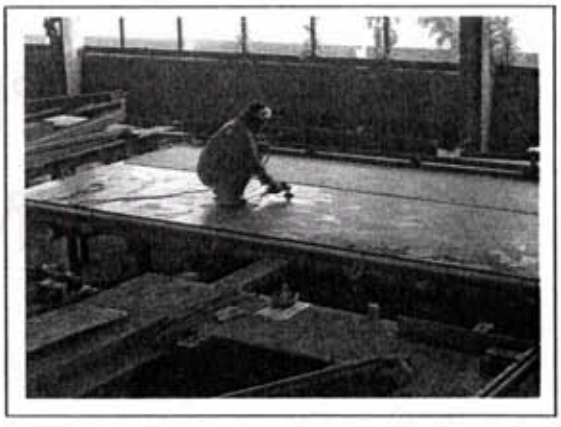
ภาพที่ 5.14 แสดงการใส่ PLATE เหล็กเพื่อใช้สำหรับเป็นตัวยึดเชื่อมประกอบชิ้นส่วน



ภาพที่ 5.15 แสดง PLATE เหล็ก

การเทคอนกรีตจะใช้ใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ของ C-PAC ซึ่งมีโรงงานผลิตอยู่ใกล้กับโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ระยะทางประมาณ 8 กิโลเมตร) โดยกำหนดให้ใช้ค่า Strength ของคอนกรีตอยู่ที่ 280 KSC. รถขนส่งคอนกรีตจะส่งคอนกรีตไปยังตำแหน่งเดียวกันกับจุดขนส่งชิ้นงาน จากนั้นจะนำไปเทใน Bucket และใช้เครนรางที่มีอยู่ 6 ตัวแยกเป็น LINE การผลิตละ 2 ตัว(เครนรับน้ำหนักได้สูงสุด 3.5 ตัน) ทำการยก Bucket ขึ้นเพื่อนำไปเทในแบบหล่อ และระหว่างที่เท จะต้องใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า เขย่าไปในส่วนแบบหล่อที่มีการเสริมเหล็ก เพื่อไล่ฟองอากาศออกจนหมด จากนั้นใช้แรงงานคน ทำการปาดแต่งหน้าปูน ขัดตกแต่งผิวให้เรียบร้อย ควรตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้งเพื่อไม่ให้มีปูนรั่วขณะเทปูน ทำการบ่มคอนกรีตเพื่อควบคุมน้ำที่ผสมในคอนกรีตไม่ให้ระเหยออกไป การบ่มคอนกรีตจะทำโดยการทิ้งคอนกรีตไว้ภายในโรงงาน เนื่องจากเป็นโรงงานในร่ม การระเหยของน้ำจึงจะช้ากว่าปกติ หลังจากการเทคอนกรีต อย่างน้อย 12-14 ชั่วโมงจึงจะสามารถยกคอนกรีตออกจากแบบได้

ภาพที่ 5.16 แสดง BUCKET และเครนที่ใช้ขนส่ง



ภาพที่ 5.17 แสดงการขัดแต่งผิวคอนกรีต

หลังจากบ่มคอนกรีต ก็จะทำการถอดแบบออกและทำการยกชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปด้วยเครน เพื่อนำไปไว้ที่สต๊อก ทำการตรวจสอบคุณภาพ และทำการตกแต่งผิวด้วยการขัดด้วย แปรงเบาและฟองน้ำ ในกรณีที่ชิ้นงานมีการแตกหักเล็กน้อย จะทำการลงปูนฉาบก่อน จากนั้นทำลงรหัสในชิ้นงานเพื่อสะดวกต่อการขนย้ายไปติดตั้ง หลังจากนั้นจะยกแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปไปไว้ยังกองเก็บวัสดุ เพื่อรอการขนส่งต่อไป ทุกครั้งหลังจากการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อยจะต้องทำความสะอาดแบบหล่อเสมอ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น และพร้อมที่จะนำไปใช้ต่อไป การเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการเก็บชิ้นงานตั้งกับ A-frame เอาไว้

ภาพที่ 5.18 แสดงการยกเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.19 แสดงการเช็คและตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.20 แสดงการเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การขนส่งจะใช้เครนที่มีอยู่ในโรงงานยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปยังรถ ที่ใช้ขนส่ง โดยจำนวนการขนส่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการที่กำลังก่อสร้าง สำหรับ โครงการ ลุมพินีเพลส (นราธิวาส – เจ้าพระยา) นั้น การขนส่งจะอยู่ที่ประมาณ 30 แผ่นต่อวัน หรือหากมีปริมาณชิ้นส่วนที่ต้องการขนส่งมากกว่านั้นก็จะใช้รถที่มีอยู่ในโรงงาน โดยทางโรงงานมีรถสำหรับขนส่งชิ้นงาน เป็นรถสิบ

ล้อ 2 คัน รถเทลเลอร์ 1 คัน และการขนส่งจะขนส่งเฉพาะในตอนกลางคืนเท่านั้น คือเริ่มขนส่งเวลาประมาณ ตี 3 ถึง Site งานเวลา ตี 5 ของทุกวันโดยประมาณ เมื่อถึงยังสถานที่ก่อสร้างจะใช้ทาวเวอร์เครนที่มีอยู่ในโครงการ ยกชิ้นงานจากรถเทลเลอร์ขึ้นไปแขวนยังตำแหน่งที่ต้องการทำการติดตั้งทันที (ยกแขวน 1 แผ่นใช้เวลาประมาณ 10 นาที) ถ้าเลย 8 โมงเช้าแล้วยังยกแผ่นแขวนไม่เสร็จจะทำการยกวางลงเก็บบริเวณสถานที่ก่อสร้างก่อน (ยกวาง 1 แผ่นใช้เวลาประมาณ 3 นาที) จากนั้นรถขนส่งจะกลับมายังโรงงานในเวลาเที่ยงวัน เพื่อรอสำหรับการขนส่งในเที่ยวต่อไป

5. ค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการผลิต

1. แบบหล่อคอนกรีต

1.1 ระดับของแบบพื้นหล่อ	+/- 3 มม.
1.2 ขนาดความกว้าง-ยาว	+/- 3มม.
1.3 เส้นทแยงมุม	+/- 3 มม.
1.4 ความยาวเส้นทแยงมุมที่ต่างกัน	+/- 3 มม.
1.5 ระดับของแบบข้าง	+/- 3 มม.
1.6 ตำแหน่งของชิ้นส่วนยึดติดตั้ง	+/- 3 มม.
1.7 ตามฉากของแผ่น	+/- 3 มม.

2. ผนังสำเร็จรูป

2.1 ความกว้างยาว	+/- 4 มม.
2.2 เส้นทแยงมุม	+/- 4 มม.
2.3 ความหนา	+/- 3 มม.
2.4 ตำแหน่งชิ้นส่วนยึดติดตั้ง	+/- 3 มม.
2.5 การบิดตัว	+/- 3 มม.
2.6 การแอ่นตัว	L/100 มม.
2.7 การผิดรูป	+/- 3 มม.
2.8 ความฉากของแผ่น(วัดที่ความหนา)	+/- 2 มม.
2.9 ความเรียบของแผ่น	+/- 3 มม.
2.10 ตำแหน่งช่องเปิด	+/- 3 มม.

ที่มา : จากข้อกำหนดสำหรับงาน PRECAST CONCRETE บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

เป็นโครงการที่มีการใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ในการก่อสร้างอาคาร ข้อดี คือสะดวกต่อการยกประกอบติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนที่มีขนาดไม่ใหญ่และ มีน้ำหนักไม่มาก แต่มีข้อเสียในด้านเวลา เนื่องจากการใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการติดตั้งเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีแนวรอยต่อมาก

1. **ขั้นตอนการออกแบบ** จะเป็นการนำแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารชุดที่มีการออกแบบไว้ มาปรับให้เป็น การก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป โดยรูปแบบการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารแต่เดิม ทางบริษัทผู้ออกแบบได้กำหนดเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ แต่ทางบริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) ได้เสนอให้เปลี่ยนระบบการก่อสร้างจากผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบมาเป็นระบบ ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปแทน สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.1 เปลี่ยนระบบการก่อสร้าง คือการนำเอาการก่อสร้างในระบบเดิมมาปรับ โดยปรับส่วนสถาปัตยกรรมด้านนอกให้เป็นระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป โดยขั้นตอนนี้จะต้องมีการปรับแก้แบบทางโครงสร้างและแบบทางสถาปัตยกรรม เพื่อให้มีความสอดคล้องกับระบบการก่อสร้าง

1.2 พิจารณาความเป็นไปได้ในการทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น ขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปแต่ละชิ้นส่วนว่าสามารถปรับเปลี่ยนได้หรือไม่

1.3 การขนส่งและการติดตั้ง จะมีผลต่อการออกแบบขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนเช่นกัน โดยพิจารณาว่าเมื่อเลือกขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วนแล้วจะสามารถทำการยกและขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างได้สะดวกหรือไม่ จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร ในโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด จะมีการใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ในการก่อสร้าง โดยการรับน้ำหนักของของทาวเวอร์เครนที่ SITE งานก่อสร้างรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 1.5 ตัน ซึ่งการออกแบบขนาดของชิ้นส่วนดังกล่าวจะต้องสามารถยกและขนส่งไปได้ในรถเทลเลอร์ และสามารถยกติดตั้งหน้างานได้

2. **การจัดทำแบบก่อสร้าง**

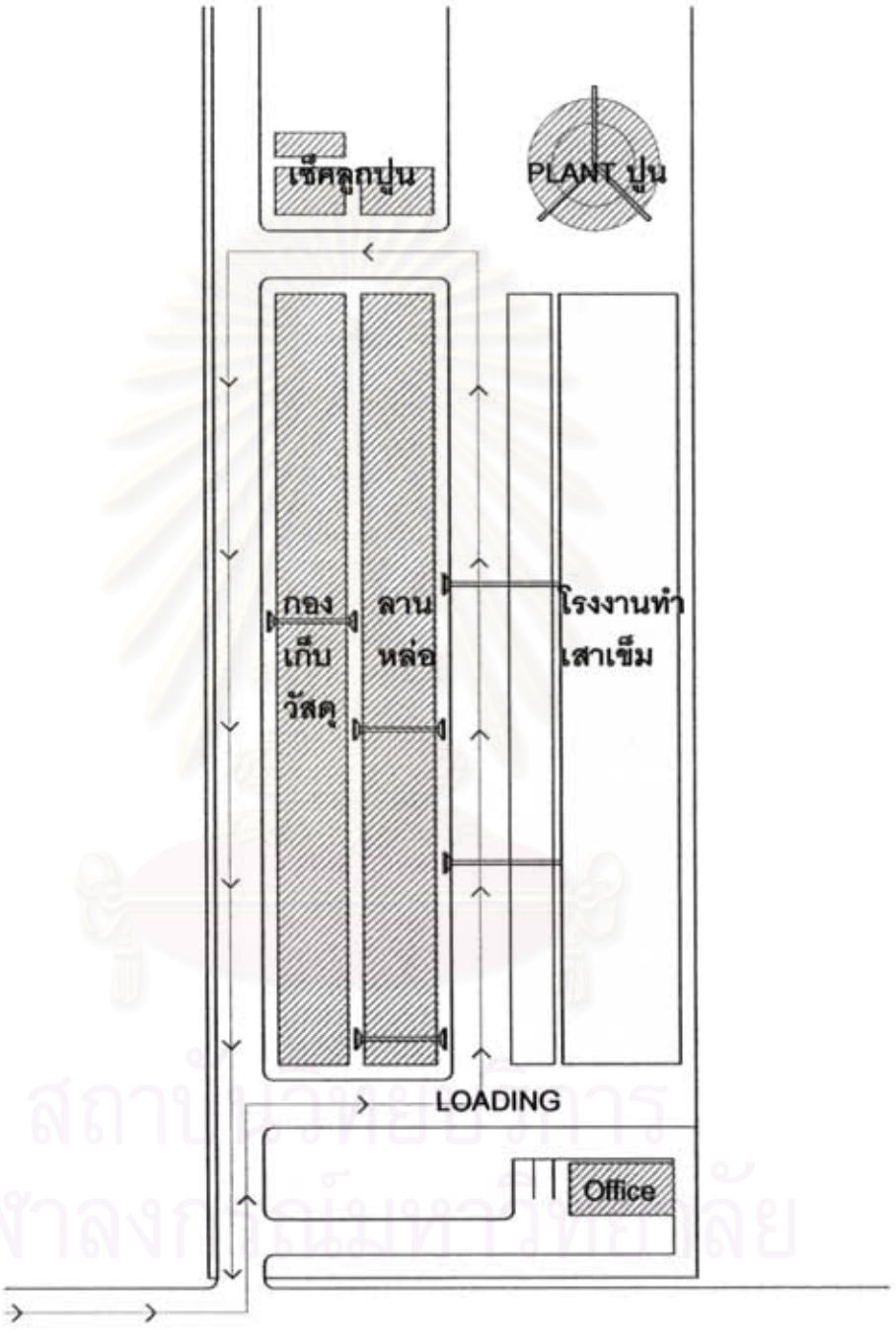
ขั้นตอนนั้นมีลักษณะที่คล้ายกับการทำแบบสำเร็จรูปทั่วไป ปรับเปลี่ยนระบบที่ใช้ในการก่อสร้างแล้ว จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนและกำหนดขนาดและการเสริมเหล็กในชิ้นงานตามข้อกำหนดการออกแบบ โดยต้องนำมาพิจารณาในเรื่องความสามารถในการทำงานการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน ตำแหน่งและความแข็งแรงของจุดรอยต่อจุดยก และจุดแขวนชิ้นส่วนในขณะประกอบติดตั้ง

3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ผลการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ รายละเอียดของโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ซึ่งผลิตโดยบริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด โดยมีโรงงานตั้งอยู่ที่ คลอง 8 ถ.พหลโยธิน-ลำลูกกา ปทุมธานี โดยมีพื้นที่ประมาณ 5 ไร่ สภาพทั่วไปของโรงงานหล่อแบบชิ้นส่วน เป็นโรงงานกลางแจ้ง ไม่มีหลังคา แบ่งส่วนทำงานออกเป็น 3 บริเวณ คือ ส่วนผลิตชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปทั่วไป ส่วนผลิตชิ้นงานพิเศษ (ชิ้นงานที่มีรายละเอียดการก่อสร้างที่ซับซ้อนจากชิ้นงานทั่วไป) และส่วนสต๊อคชิ้นงาน โดยจะมี PORTAL CRANES จำนวนทั้งหมด 3 ตัว มีหน้าที่ยกชิ้นส่วนต่างๆ ภายในบริเวณนั้น โดยจะอยู่บริเวณผลิตชิ้นงาน 2 ตัว (รับน้ำหนักได้ 5 ตัน)และอยู่ส่วนสต๊อคชิ้นงานอีก 1 ตัว (รับน้ำหนักได้ 5 ตัน) สามารถทำการผลิตชิ้นส่วนผนังคสล.สำเร็จรูปได้ 100 ตร.ม.ต่อวัน โดยเฉลี่ย สามารถแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- **สำนักงาน** มีลักษณะเป็นอาคาร 2 ชั้น โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับ การผลิตและขนส่งชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จะอยู่บนชั้น 2 ของอาคาร
- **ส่วนสโตร์เก็บของ** จะอยู่ใกล้กับลานหล่อ มีหลังคาคลุม และใช้เป็นที่ผูกเหล็กด้วย
- **ลานหล่อแผ่นผนังสำเร็จรูป** เป็นลักษณะพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก เรียบในแนวระนาบ กว้าง 6.50 ยาว 150 เมตร มีความแข็งแรงไม่ทรุดตัว ซึ่งจะใช้หล่อ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ลักษณะแบบหล่อเหล็กเป็นแผ่นเหล็ก หนา 6 มม. มีทั้งแบบที่พับขึ้นรูปตามแบบสถาปัตยกรรม และแบบพื้นโต๊ะเรียบ ลักษณะจะแตกต่างกันออกไปตามชิ้นส่วนที่ทำการผลิต ยกสูงจากพื้นประมาณ 30 เซ็นติเมตร ขาโต๊ะพื้นใช้เหล็ก C-Chanel ยึดติดกับลานหล่อ โดยทำการเชื่อมติดกับ PLATE เหล็กที่ฝังเอาไว้ในลานหล่อ โดยจะมีการฝังเอาไว้เป็นระยะๆ ก่อนทำการเชื่อมต้องส่องกล้องระดับทุกครั้ง และเข้าแบบด้านข้างโดยใช้เหล็กแผ่นขึ้นรูปหนา 3 มม. มีลักษณะของแบบข้างจะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของขอบรอยต่อว่าเป็นการต่อแบบแผ่นต่อแผ่นทางด้านข้าง หรือว่าเป็นการต่อแบบแผ่นต่อแผ่นทางแนวตั้ง เป็นต้น
- **ลานหล่อชิ้นงานพิเศษ** มีลักษณะเป็นโครงเหล็ก ตั้งบนพื้นแผ่น ค.ส.ล. เรียบในแนวระนาบ มีความแข็งแรงไม่ทรุดตัว แบบหล่อจะทำจากไฟเบอร์กลาส พับขึ้นรูปตามแบบ
- **Plant ผสมคอนกรีต** ภายในโรงงานผลิต จะมี Plant ผสมคอนกรีต อยู่จึงทำให้สามารถผสมคอนกรีตให้ออกมาในอัตราส่วนที่ต้องการได้
- **ส่วนตรวจสอบคุณภาพ** อยู่บริเวณด้านหลัง ติดกับส่วนสต๊อคชิ้นงาน มีลักษณะเป็นห้องขนาด 3x4 เมตร มีหลังคาปกคลุม และด้านหลังมีบ่อน้ำ สำหรับแช่ลูกปูน 2 บ่อ

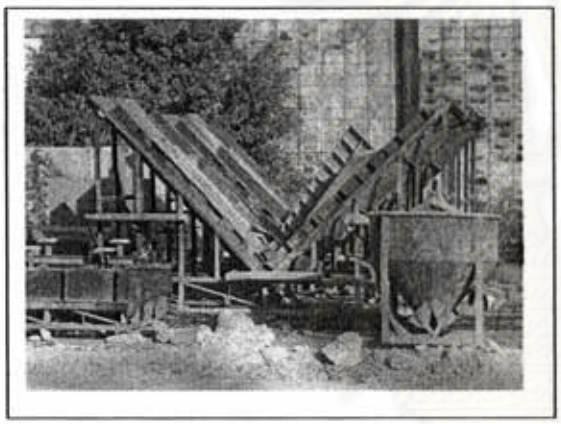
- **ส่วนสต๊อคชิ้นงาน** เป็นส่วนสต๊อคชิ้นงานกลางแจ้ง ขนานไปกับลานหล่อ ชิ้นงานจะถูกวางไว้บนแผ่นพื้นคอนกรีต เรียบในแนวระนาบ แข็งแรงไม่ทรุดตัว ส่วนสต๊อคชิ้นงานมีพื้นที่ประมาณ 1,200 ตร.ม.



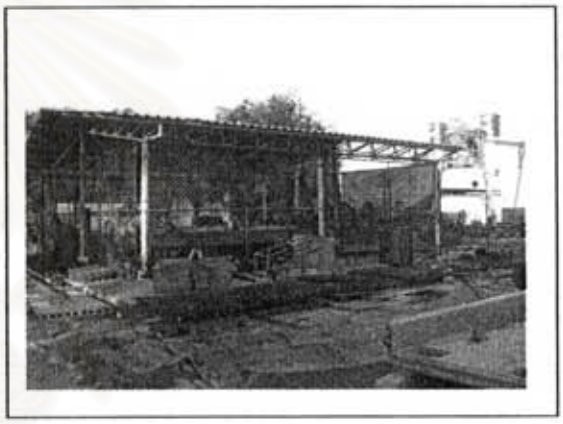
ภาพที่ 5.21 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยสังเขป

ภาพที่ 5.22 แสดงส่วนสำนักงาน

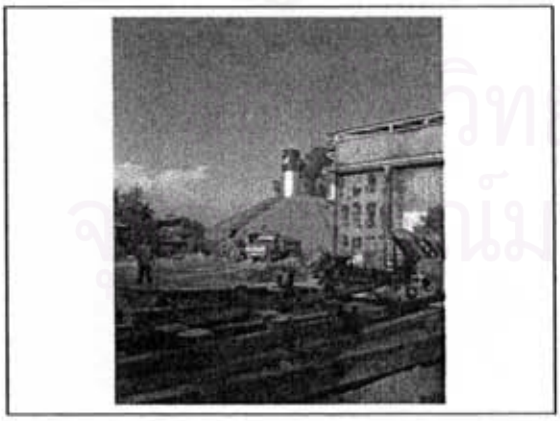
ภาพที่ 5.23 แสดงบริเวณลานหล่อ



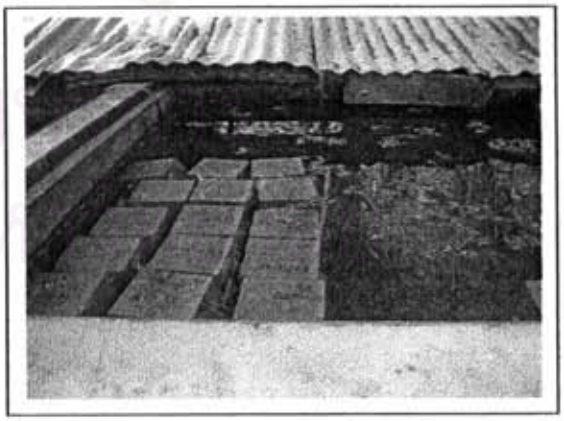
ภาพที่ 5.24 แสดงบริเวณลานหล่อชิ้นส่วนพิเศษ



ภาพที่ 5.25 แสดงสโตร์เก็บของและโรงผูกเหล็ก



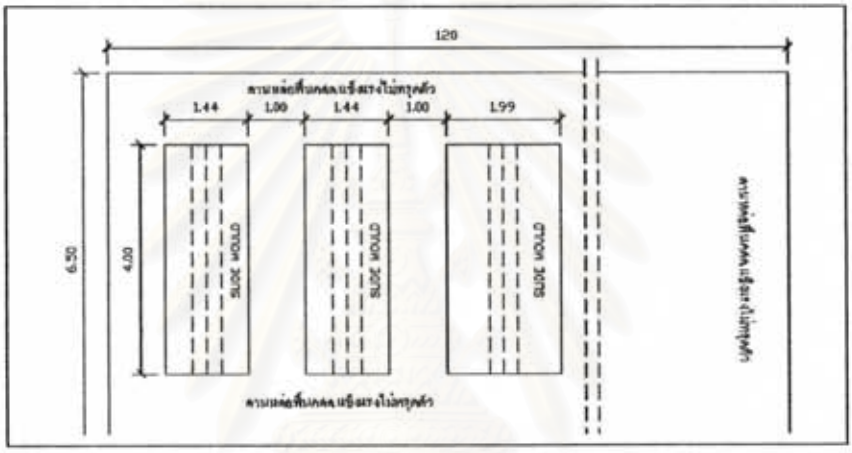
ภาพที่ 5.26 แสดงบริเวณผสมคอนกรีต



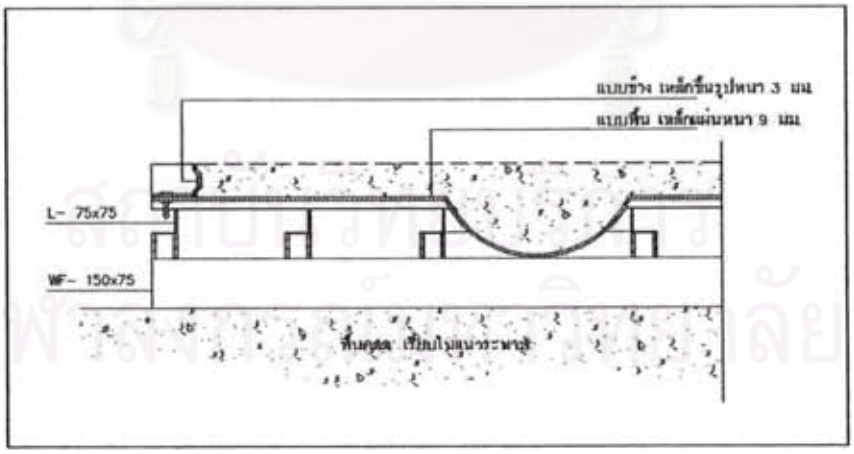
ภาพที่ 5.27 แสดงถังเก็บลูกปูนส่วนตรวจสอบคอนกรีต

ภาพที่ 5.28 แสดงการกองเก็บวัสดุ

ภาพที่ 5.29 แสดงส่วน Loading



ภาพที่ 5.30 แสดงผังวางแบบหล่อ ในลานหล่อ



ภาพที่ 5.31 แสดงรายละเอียดของแบบหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ลักษณะการวางแบบหล่อ จะวางเรียงในแนวขนาน สำหรับชิ้นส่วนที่มีรูปแบบเหมือนกัน คือ แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่มีส่วนโค้งตามแบบสถาปัตยกรรม (PCA) จะมีหน้ากว้างอยู่ 2 ขนาดคือ 1.195 ม. และ 1.440 ม.แต่จะมีขนาดความยาวที่ต่างกันตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ โดยการผลิต

แบบหล่อจะมีความยาว 4 เมตร แบบสามารถเลื่อนปรับขนาดความยาวได้(Slide Mould) ทำให้สามารถปรับขนาดความยาวของชิ้นงานได้สะดวก ตามระยะที่ต้องทำการผลิตในแต่ละวัน ซึ่งมีลักษณะของชิ้นงานที่ต้องผลิตหลาย TYPE เนื่องมาจากการวางแผนงานตาม LOT การติดตั้ง

4. รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

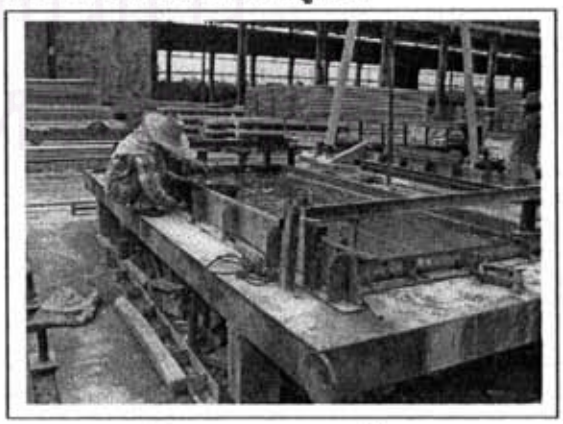
ผนังสำเร็จรูป วิธีการผลิตเริ่มจาก การเตรียมแบบหล่อ จะทำการล้างและเช็ดแบบให้สะอาด จากนั้นจะทำการประกอบแบบข้างโดยใช้แผ่นเหล็กหนา 3 มม. พับขึ้นรูปตามแบบ และทาน้ำมันเพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก นำเหล็กเสริมมาใส่ในแบบ โดยจะใช้เหล็กกลม ขนาด 6,9 มม ผูกให้ได้ตามแบบที่กำหนด จากนั้นทำการใส่ Plate เหล็กขนาด 10x15 เซนติเมตร หนา 9 มม. เอาไว้ในชิ้นงานตามตำแหน่ง สำหรับ เป็นตัวยึดเชื่อมประกอบติดตั้ง โดยการผลิตชิ้นส่วนทางผู้ออกแบบกำหนดให้มีระยะความคลาดเคลื่อนไม่เกิน +- 10 MM.

ภาพที่ 5.32 แสดงลักษณะการวางแบบหล่อ

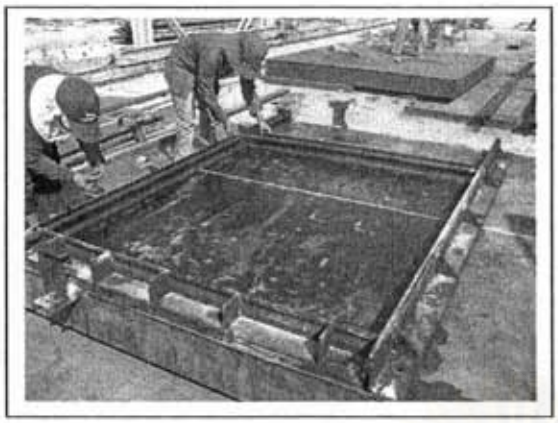
ภาพที่ 5.33 แสดงการผูกเหล็ก

ทำการเตรียมแบบหล่อ โดยทำการล้างและเช็ดแบบ จากนั้นทาด้วยน้ำมันเพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก จากนั้น จะทำการยึดแบบข้าง เข้ากับแบบหล่อ ด้วยสกรูน็อต

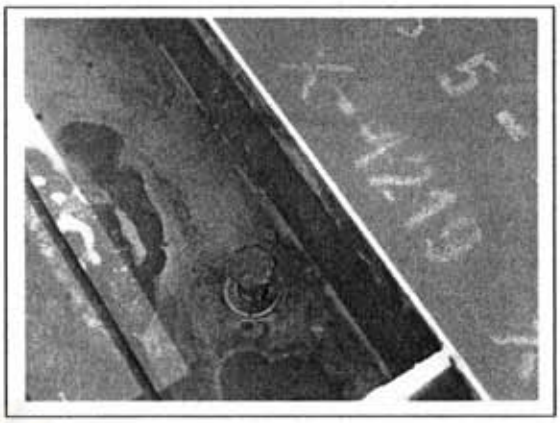
ภาพที่ 5.34 แสดงการล้างและเช็ดแบบ



ภาพที่5.35แสดงการทาน้ำมันบนแบบ

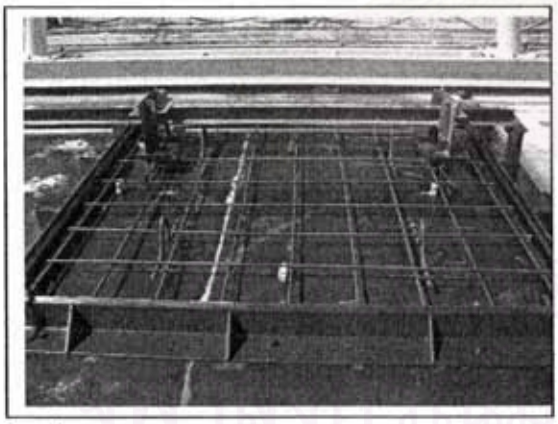


ภาพที่ 5.36 การเตรียมประกอบแบบข้าง



ภาพที่ 5.37 แสดงการยึดแบบข้างด้วยสกรูน็อต สามารถถอดปรับได้

ทำการใส่โครงเหล็กลงในแบบหล่อ จากนั้นก็จะหนุนด้วยลูกปูนเป็นระยะเพื่อให้เหล็กอยู่ห่างจากตัวแบบหล่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยจะใช้เหล็กกลมขนาด 6 , 9 และ 10 มม. เป็นเหล็กเสริม จากนั้นใช้ Plate เหล็ก ขนาด 10x15 ซม.หนา 9 มม.สำหรับ เป็นตัวยึดเชื่อมประกอบชิ้นส่วน จากนั้นจะทำการวางแบบ เหล็กที่ออกแบบมาสำหรับกันระยะสัมผัส ระหว่างหน้า PLATE เหล็ก กับคอนกรีตที่จะทำการเท เพื่อสะดวกต่อการติดตั้ง และ ป้องกันความเสียหายกับผิวชิ้นงานเนื่องจากการสกัดคอนกรีตหา PLATE เหล็ก



ภาพที่ 5.38 แสดงการใส่โครงเหล็กเสริม

ภาพที่ 5.39 แสดงการวางแบบเหล็กเพื่อกันผิวสัมผัสหน้าPLATE

การเทคอนกรีตใช้คอนกรีตที่ผสมจาก PLANT ผสมคอนกรีตภายบริเวณในโรงงาน จากนั้นจะนำมาใส่ใน BUCKET และทำการยกด้วย PORTAL CRANES ซึ่งมีอยู่ 2 ตัวบริเวณลานหล่อ เพื่อนำไปเทในแบบหล่อ โดยทางฝ่ายผลิตจะทำการทดสอบคอนกรีตทุกครั้งโดยใช้ Strength

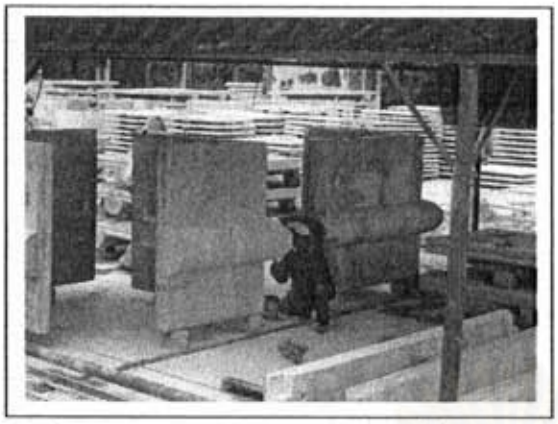
ของคอนกรีตอยู่ที่ 280 KSC. และระหว่างที่เทคอนกรีต จะต้องใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า เขย่าไปในส่วนแบบหล่อที่มีการเสริมเหล็ก เพื่อไล่ฟองอากาศออก จากนั้นทำการปาดหน้าคอนกรีตด้วยเกรียงปาดให้เรียบ และรอให้คอนกรีต SET ตัว (ใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง) ระหว่างที่รอให้คอนกรีต SET ตัว จะทำการบ่มคอนกรีตโดยการใช้น้ำฉีดพ่นเป็นระยะๆ

ภาพที่ 5.40 แสดงการใช้ PORTAL CRANES ในการขนส่ง BUCKET เพื่อเทคอนกรีตลงแบบหล่อ

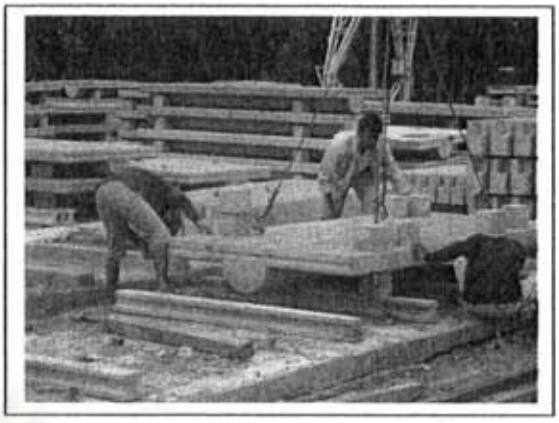
ภาพที่ 5.41 แสดงการจี้คอนกรีต โดยเครื่องจี้ไฟฟ้า

ภาพที่ 5.42 แสดงการขัดแต่งผิวคอนกรีต

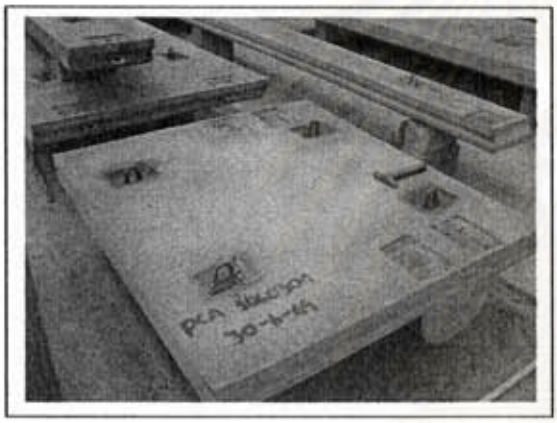
หลังจากบ่มคอนกรีตตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นนั้น ก็จะทำการถอดแบบและ ทำการตรวจสอบคุณภาพ ทำการตกแต่งให้เรียบร้อยด้วยแปรงเบา และฟองน้ำ จากนั้นจะทำการยกแผ่นด้วย PORTAL CRANES นำไปไว้ที่สต๊อก และทำการให้รหัสกับชิ้นงาน โดยแบ่งตามประเภทของชิ้นงาน โดย รหัส (PCA) คือแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปที่มีส่วนโค้ง Arch อยู่ และ รหัส (PCB) คือ แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปแผ่นเรียบหลังจากการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อยจะต้องทำความสะอาดแบบหล่อ เสมอ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น และพร้อมที่จะนำไปใช้ต่อไป การเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการเก็บแผ่นแบบวางแนวนอน ซ้อนกันเอาไว้



ภาพที่ 5.43 แสดงการเช็คและตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป



ภาพที่ 5.44 แสดงการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป ด้วย PORTAL CRANES



ภาพที่ 5.45 แสดงการให้รหัสกับชิ้นงาน

ภาพที่ 5.46 แสดงการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การขนส่งจะทำการขนส่งโดยใช้รถสิบล้อ โดยจำนวนการขนส่งจะขึ้นอยู่กับแผนงานติดตั้งที่วิศวกรโครงการสั่งให้จัดส่งในแต่ละวัน โดยวิศวกรโครงการจะทำการแจ้งจำนวนและรหัสของชิ้นงานที่จะจัดส่งให้กับทางโรงงานในตอนเย็นของทุกวันทำงาน สำหรับ โครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด (สยาม-ปทุมวัน) นั้น การขนส่งต่อวันจะอยู่ที่ประมาณ 15 แผ่นต่อวัน และจะขนส่งถึง Site งานเวลา 3ทุ่ม - เที่ยงคืน ของทุกวันโดยประมาณ เมื่อถึง Site งานจะใช้รถยกของโครงการยกชิ้นส่วนลงจากรถเทลเลอร์ไปเก็บในบริเวณที่ก่อสร้างก่อน แล้วจะทำการยกแผ่นขึ้นไปแขวนติดตั้งในวันรุ่งขึ้น ในระหว่างเวลาทำงานก่อสร้างปกติ

5. ค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการผลิต

ค่าความคลาดเคลื่อนในการผลิต +/- 3 มม.

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลทั่วไปที่ได้จากการสำรวจ

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	พื้นที่โรงงาน	3.5 ไร่	5 ไร่
	- ส่วนลานหล่อ	1,850 ตร.ม.	1,000 ตร.ม.
	- ส่วนสต๊อคชิ้นงาน	550 ตร.ม.	1,200 ตร.ม.
2.	ปริมาณการใช้คอนกรีต / วัน	30 ลบ.ม.	15 ลบ.ม.
3.	ปริมาณชิ้นส่วนที่ผลิตได้สูงสุด	61 แผ่น / วัน	34 แผ่น / วัน
4.	ความหนาของแผ่น	10 ซม.	10 ซม. และ 12 ซม.

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ สัมฤทธิ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ไพศาล ผู้ดูแลโรงงานผลิต PRECAST บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

ตารางที่ 5.2 แสดงข้อมูลจำนวนแรงงานส่วนโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและส่วนประกอบติดตั้ง

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	**ส่วนโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป**	**105**	**43**
	- OFFICE	8	6
	- ทีมทำแบบ	15	14
	- ทีมผูกเหล็ก	11	5
	- ทีมคอนกรีต	38	8
	- ทีมเครน	10	4
	- ทีมแต่งผิว	15	6
	- ทีมซ่อมบำรุง	8	-
2.	**ส่วนการประกอบติดตั้ง**	**2 ชุด (9 คน)**	**2 ชุด (11 คน)**
	- โฟร์แมน	1	1
	- ช่างเชื่อม	2	2
	- ทั่วไป	6	8
	รวม	**114**	**54**

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ สัมฤทธิ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ไพศาล ผู้ดูแลโรงงานผลิต PRECAST บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	เครน	6	3
2.	รถ 10 ล้อ	2	1
3.	รถเทลเลอร์	1	(เช่า)
4.	เครื่องจี้คอนกรีต	3	2
5.	ตู้เชื่อม	3	2
6.	ชุดแก๊สเชื่อม	2	1
7.	มอเตอร์เจียร์	2	1

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ สัมฤทธิ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ไพศาล ผู้ดูแลโรงงานผลิต PRECAST บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในสำนักงาน โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	โต๊ะทำงาน	6	4
2.	เก้าอี้	10	6
3.	ตู้เก็บเอกสาร	5	3
4.	เครื่องตอกบัตร	2	1
5.	เครื่องถ่ายเอกสาร	1	1
6.	โทรสาร	1	1
7.	โทรศัพท์	1	1
8.	วิทยุสื่อสาร	6	3
9.	คอมพิวเตอร์	2	1
10.	เครื่องปรับอากาศ	1	1
11.	ตู้เย็น	1	1

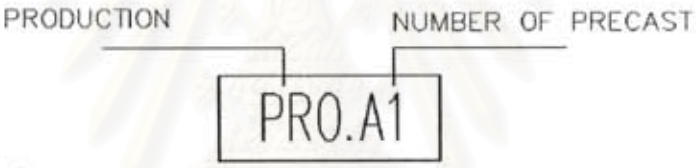
ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ สัมฤทธิ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ไพศาล ดูแลโรงงานผลิต PRECAST บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

5.2 ลักษณะชิ้นส่วนสำเร็จรูป

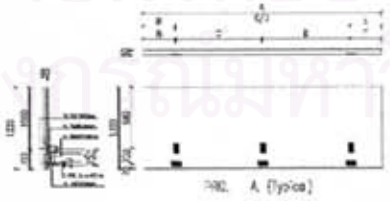
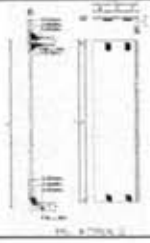
5.2.1 ลักษณะชิ้นส่วนที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

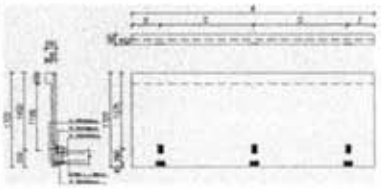
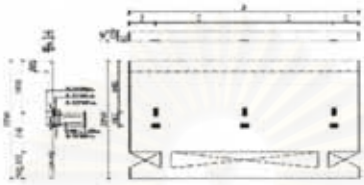
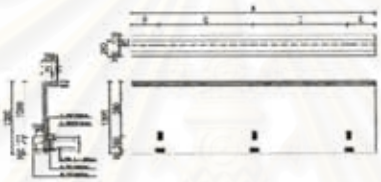
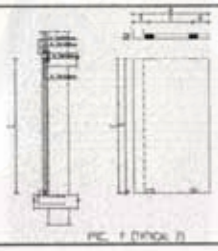
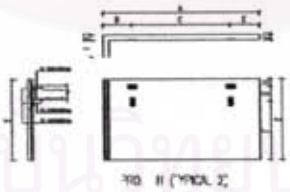
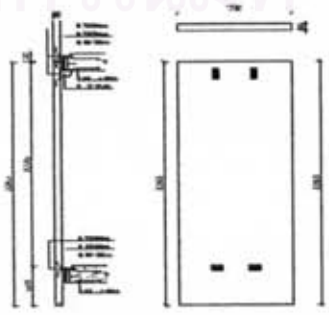
เป็นตัวอย่างชิ้นส่วนผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่ผลิตโดยโรงงานของบริษัท พรีคาสเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ลักษณะชิ้นส่วนเป็นแบบ PANEL และชิ้นส่วนแบบ COMPONENT โดยที่ชิ้นงานจะมีการฝัง Plate เหล็กขนาด 75x150x9 ม.ม. ตามจำนวนและระยะตามที่แบบได้กำหนดเอาไว้ เพื่อเตรียมสำหรับทำการเชื่อมยึดติดกับ Plate เหล็กที่ฝังเอาไว้กับโครงสร้างอาคาร ซึ่งจะมีรหัสในการเรียกแยกตามประเภทของลักษณะชิ้นส่วนที่มีรูปแบบรายละเอียดและตำแหน่งการติดตั้ง ที่ต่างกันออกไป ซึ่งรหัส ในการเรียกนั้นคือ PRO.A1, PRO.A2, PRO.A3....PRO.B1, PROB2, PRO.B3.....เรียงตามลำดับ โดยมีชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารทั้งหมด 1,768 ชิ้น คิดเป็นพื้นที่ 9,785.00 ตร.ม. จำนวน 271 TYPE สามารถแบ่งกลุ่มประเภทชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ออกได้เป็น 18 กลุ่มตามลักษณะรูปแบบและตำแหน่งการติดตั้งของชิ้นส่วน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

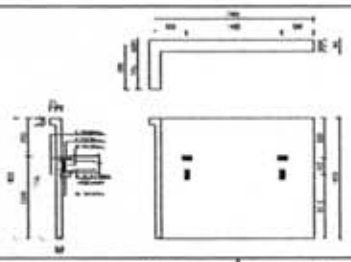
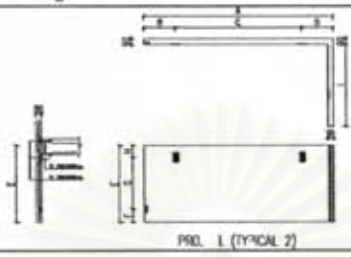
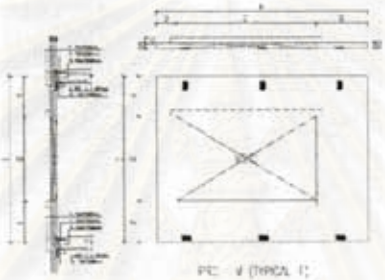
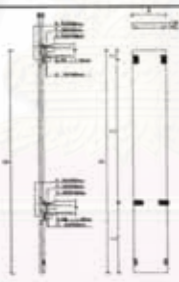
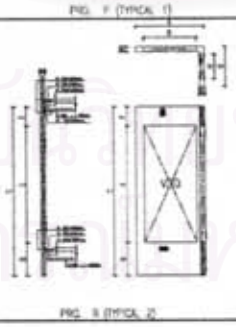
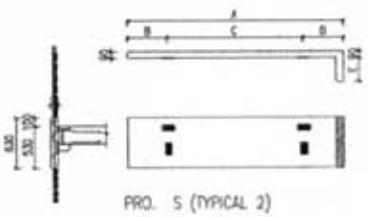


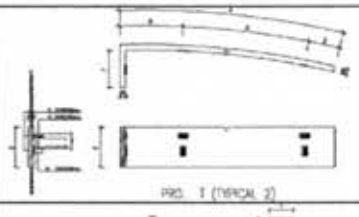
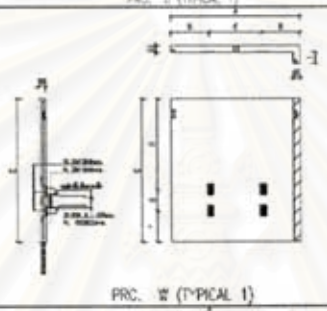
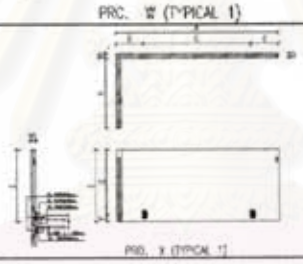
ภาพที่ 5.47 แสดงความหมายของ CODE แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ตารางที่ 5.5 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
1.	PRO. A		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 1 - 4
2.	PRO. B		ผนังปิดหน้าเสาแนวตั้งส่วนชั้นจอดรถ

ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
3.	PRO. C		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 5
4.	PRO. D		ผนังกันตกส่วนจอดรถบริเวณชุ้มทางเข้าอาคาร
5.	PRO. E		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 3
6.	PRO. F		ผนังชุ้มทางเข้าจอดรถ
7.	PRO. H		ผนังกันสาดส่วนจอดรถชั้นที่ 5
8.	PRO. J		ผนังส่วนชั้นพักอาศัย ชั้นที่ 6- 29 (WALL PANEL)

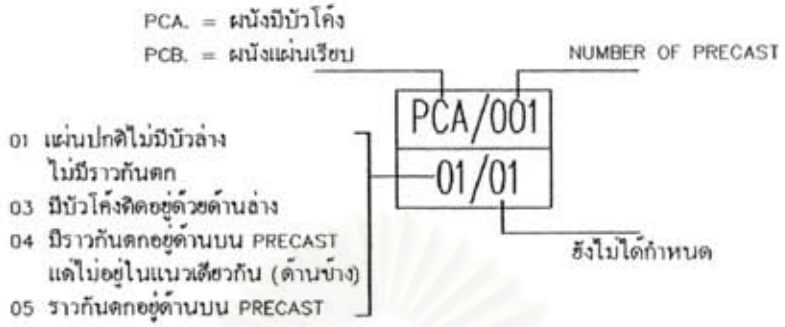
ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
9.	PRO. K		ผนังส่วนพักอาศัยชั้นที่6 - 29 ติดหน้าต่างอลูมิเนียม (WALL PANEL)
10.	PRO. L	 PRO. L (TYPICAL 2)	ผนังกันสาดชั้นที่ 5
11.	PRO. M		ผนังส่วนพักอาศัยชั้นที่6-29 ติดหน้าต่างอลูมิเนียม (WINDOW PANEL)
12.	PRO. P		ผนังแนวตั้งส่วนพักอาศัยชั้นที่6-ดาดฟ้า
13.	PRO. R		ผนังกันแดดส่วนพักอาศัย (WINDOW PANEL)
14.	PRO. S	 PRO. 5 (TYPICAL 2)	ผนังกันสาดส่วนพักอาศัย ส่วนระเบียง ชั้นที่ 6 - 29

ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
15.	PRO. T		ผนังกันสาดส่วนพักอาศัย ส่วนระเบียง ชั้นที่ 6 - 29
16.	PRO. U		ผนังแนวตั้งส่วนพักอาศัยชั้นที่6-ดาดฟ้า
17.	PRO. W		ผนังกันตกส่วนระเบียงดาดฟ้าอาคาร
18.	PRO. X		ผนังกันตกส่วนระเบียงดาดฟ้าอาคาร

5.2.2 ลักษณะชิ้นส่วนที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

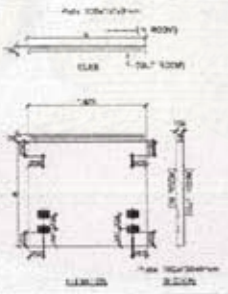
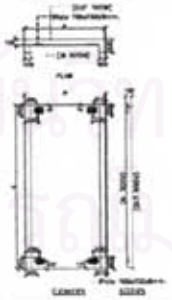
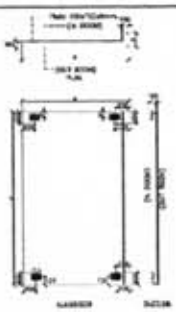
เป็นตัวอย่างชิ้นส่วนผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ผลิตโดยโรงงานของบริษัท พีซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น แมททีเรียล จำกัด เป็นบริษัทในเครือ บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน) ลักษณะชิ้นส่วนเป็นแบบ COMPONENT โดยที่ชิ้นงานจะมีการฝัง Plate เหล็กขนาด 100x150x9 ม.ม. ตามจำนวนและระยะตามที่แบบได้กำหนดเอาไว้ เพื่อเตรียมสำหรับทำการเชื่อมยึดติดกับ Plate ที่ฝังเอาไว้กับโครงสร้างอาคาร ซึ่งจะมีรหัสในการเรียกแยกตามประเภทของลักษณะชิ้นส่วนที่มีรูปแบบ และรายละเอียดที่ต่างกันออกไป ซึ่งรหัส ในการเรียกนั้นคือ $\frac{PC/001}{01/01}$, $\frac{PC/002}{01/01}$ โดยหมายเลขจะเรียงลำดับตาม LOT ของแผนงานติดตั้ง โดยมีชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารทั้งหมด 1,652 ชิ้น คิดเป็นพื้นที่ 7,436.00 ตร.ม. จำนวน 77 TYPE นอกจากนั้น

ยังมีรายละเอียดของรอยต่อที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งกลุ่มประเภทชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ออกได้เป็น 10 กลุ่มตามลักษณะรูปแบบของชิ้นส่วนได้ดังนี้

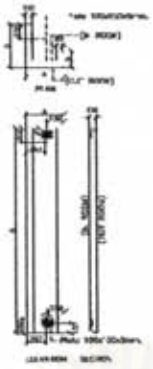
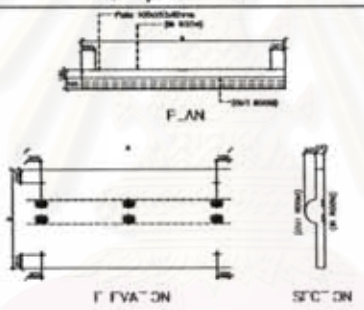
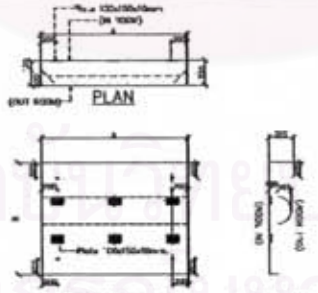
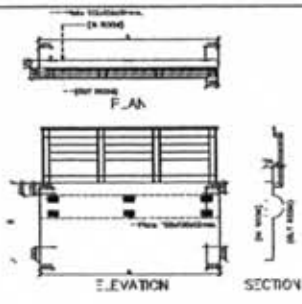


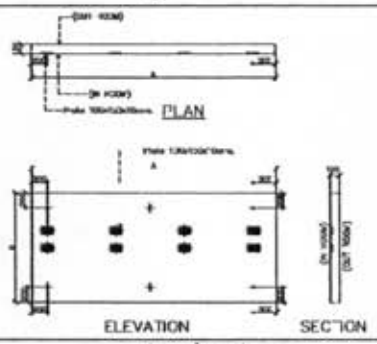
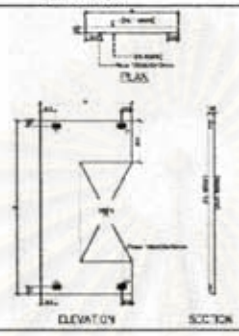
ภาพที่ 5.48 แสดงความหมายของ CODE แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ตารางที่ 5.6 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
1.	TYPE.1		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 2-7
2.	TYPE.2		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 2-7
3.	TYPE.3		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 2-7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
4.	TYPE.4		ผนังกันตกส่วนจอดรถชั้นที่ 2-7
5.	TYPE.5		ผนังแนวตั้งส่วนพักอาศัยชั้นที่8-27
6.	TYPE.6		ผนังส่วนพักอาศัยชั้นที่ 8-27 (PCA.) ติดสลับกับหน้าต่างอลูมิเนียม
7.	TYPE.7		ผนังส่วนพักอาศัยชั้นที่ 8-27 (PCA.) ติดสลับกับหน้าต่างอลูมิเนียม
8.	TYPE.8		ผนังส่วนพักอาศัยชั้นที่ 8-27 (PCA.) บริเวณระเบียง ติดราวกันตก

ลำดับ	รหัส	รูปแบบ	ตำแหน่งการติดตั้ง
9.	TYPE.9		ผนังกันสาดอยู่ระหว่างชั้นจอดรถและชั้นพักอาศัย
10.	TYPE.10		ผนังส่วนพักอาศัย ติดหน้าต่างอลูมิเนียม (อยู่บริเวณมุมอาคารทางด้านสกัด)

ตารางที่ 5.7 แสดงข้อมูลแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการ

ลำดับที่	รายการ	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบPANEL	โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบCOMPONENT
1.	จำนวนรูปแบบผนังที่ใช้	271 type	77 type
2.	จำนวนแผ่นที่ใช้	1,768 ชิ้น	1,572 ชิ้น
3.	พื้นที่ของผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้	9,785 ตร.ม.	7,436.00 ตร.ม.

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ เจตุ หัวหน้าฝ่ายออกแบบบริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ชัยยศ วิศวกรโครงการ บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 วิธีการก่อสร้าง

5.3.1 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

1. งานเตรียมการก่อสร้าง

งานเตรียมการก่อสร้าง เริ่มจากขั้นตอนงานถมดิน และทำถนนในโครงการ บดอัดดินให้แน่นเพื่อรองรับกับเครื่องจักรหนักที่จะใช้ในงานก่อสร้าง

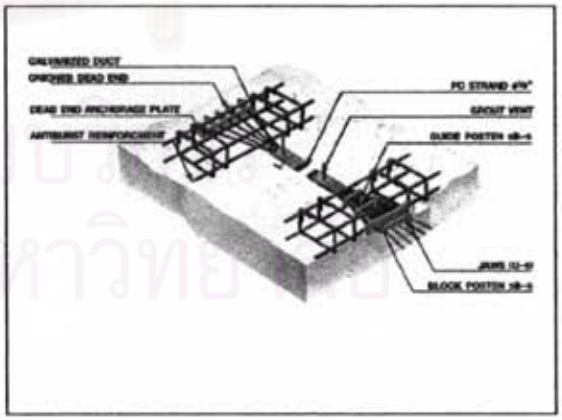
2. งานโครงสร้างอาคาร

2.1 ในการทำเข็มเจาะทางเจ้าของโครงการได้จัดจ้าง บริษัทภายนอก ให้เป็นผู้ทำงานเข็มต่างหาก โดยทางผู้รับเหมาหลักของทางโครงการที่เข้ามารับช่วงต่อจะเข้ามาทำการตัดหัวเสาเข็มเท่านั้น และจะเริ่มงานโครงสร้างทั่วไปตามปกติ

2.2 ขั้นตอนการทำฐานราก เป็นการหล่อในที่ และเริ่มงานเสา ค.ส.ล.และคาน ค.ส.ล.ในชั้นที่ 1

2.3 ขั้นตอนการทำเสาค.ส.ล.และพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง (PRESTRESSED POSTTENSION FLAT SLAB) เป็นการนำคอนกรีต Strength = 240 KSC. ซึ่งเป็นคอนกรีตผสมเสร็จเทลงใน BUCKET และใช้ทาวเวอร์เครนทำการขนส่งคอนกรีตไปเทยังแบบเสาของอาคาร ใช้เครื่องจี้คอนกรีตทำการสั่นคอนกรีตเพื่อไล่ฟองอากาศที่อยู่ในเนื้อคอนกรีตออกระหว่างเท ระหว่างที่รอคอนกรีต SET ตัวจะทำการติดตั้งแบบหล่อพื้น ค้ำยัน และแบบข้าง

ภาพที่ 5.49 แสดงการผูกเหล็กงานเสา ค.ส.ล.

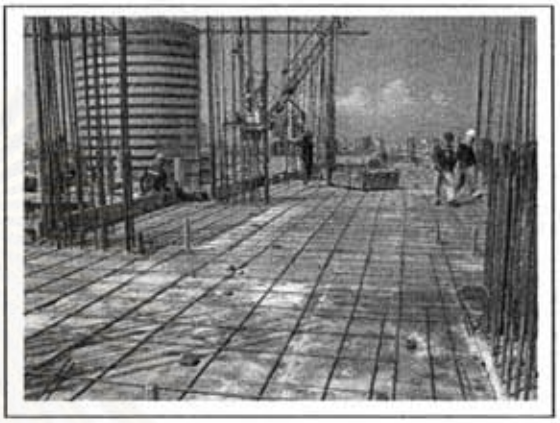


ภาพที่ 5.50 แสดงรายละเอียดระบบพื้น POST-TENSION

งานพื้นเป็นพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง (PRESTRESSED POSTTENSION FLAT SLAB) โดยเลือกใช้ระบบที่มีแรงยึดเหนี่ยว (BONED SYSTEM) ในระหว่างการใช้งานพฤติกรรมโครงสร้างของพื้นคอนกรีตคล้ายคลึงกับระบบเสริมเหล็กทั่วไป มีรายละเอียดดังนี้

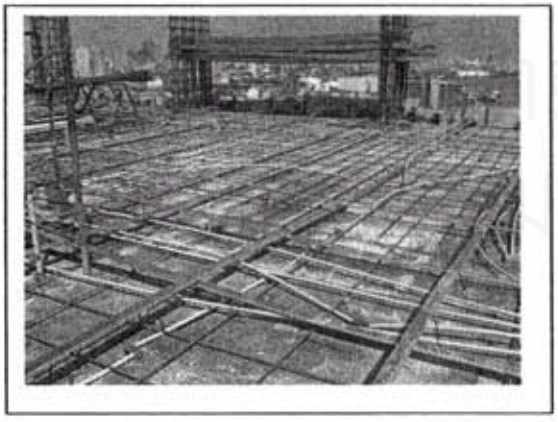
- หลังจากการติดตั้งแบบหล่อ และค้ำยัน จะทำการวางเหล็กเสริมล่าง เพื่อกันแตกและรับแรงขณะใช้งานโดยจะวางเป็นตะแกรงระยะห่างประมาณ 40 ซม.

ภาพที่ 5.51แสดงการตั้งแบบหล่อและค้ำยัน

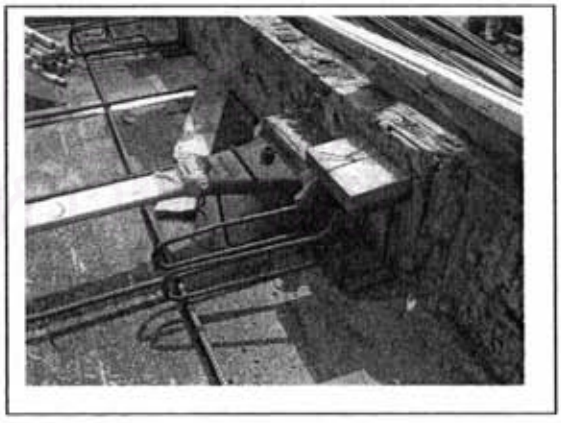


ภาพที่ 5.52 แสดงการวางเหล็กเสริม

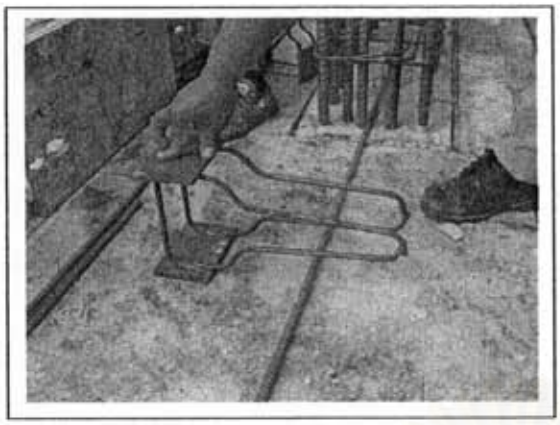
- ทำการวางลวดเหล็กแรงดึงสูง (PC. STRAND) จากนั้นจะทำการยึดด้วยสมอยึด(ANCHORAGE) โดยยึดติดอยู่กับแบบข้าง ในขั้นตอนนี้จะทำการเตรียมการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปพร้อมกัน โดยจะติดตั้ง INSERT PLATE (PLATE เหล็กขนาด 100x150x9 มม.) โดยทำการฝังลงตามตำแหน่งที่แบบระบุเอาไว้ และจะทำการบล็อก PLATE โดยใช้ตะปูตอกติดกับแบบหล่อพื้น ทำการปิดหน้า PLATE ด้วยโฟมหนา 1 นิ้ว เพื่อป้องกันจากน้ำปูนระหว่างเทพื้นอาคาร



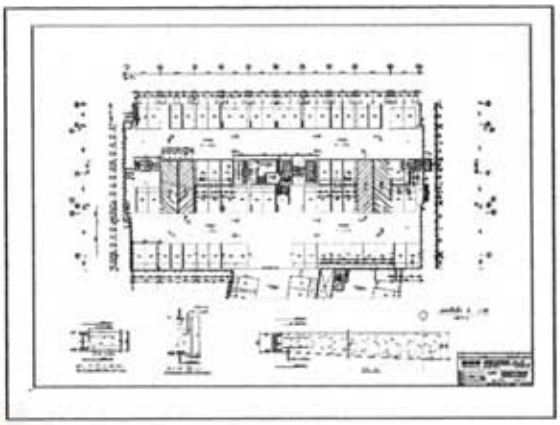
ภาพที่ 5.53 แสดงการวางลวดแรงดึงสูง (PC. STAND)



ภาพที่ 5.54 แสดงการติดตั้งสมอยึด (ANCHORAGE)และ PLATE เหล็ก



ภาพที่ 5.55 แสดง PLATE เหล็ก



แสดง 5.56 SHOP DRAWING

- ทำการวางเหล็กเสริมบริเวณหัวเสาและท่องานระบบต่างๆ โดยให้ปลายท่อโผล่พ้นระยะเทคอนกรีต จากนั้นทำการเทคอนกรีต จะต้องเขย่าคอนกรีตให้เต็ม มิฉะนั้นอาจจะเกิดโพรงทำให้คอนกรีตแตกระเบิดขณะดึงลวดได้ เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวจะต้องทำการบ่มทันที

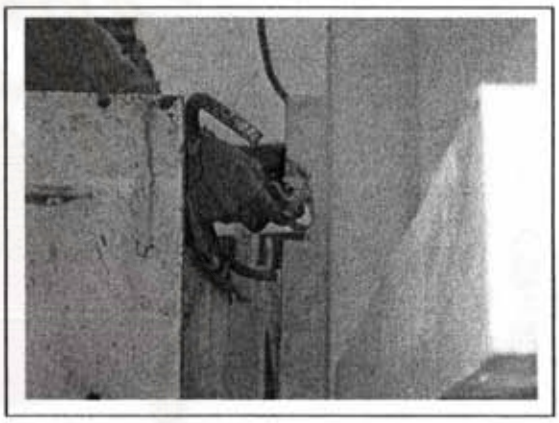
ภาพที่ 5.57 แสดงการเทคอนกรีต

- การดึงลวดเพื่อถ่ายแรงให้พื้นคอนกรีต จะกระทำได้ต่อเมื่อคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดประลัยไม่น้อยกว่า 240 ksc. ขั้นตอนต่อมาคือการตัดปลายลวด
- การถอดแบบหล่อพื้นและการค้ำยันกลับ และก่อนที่จะทำการเทพื้นชั้นบนต่อไปจะต้องมีการค้ำยันกลับ เพื่อถ่ายน้ำหนักบรรทุกบางส่วนลงไปที่ชั้นล่าง (ค้ำยันกลับ 50%)
- การอุดปิด (END RECESS) ให้ทำการอุดปิดเบ้าทันทีหลังจากตัดปลายหางลวดเสร็จแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายจึงเป็นการอัดน้ำปูนของระบบ BONED SYSTEM (GROUTING CEMENT)

3. งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

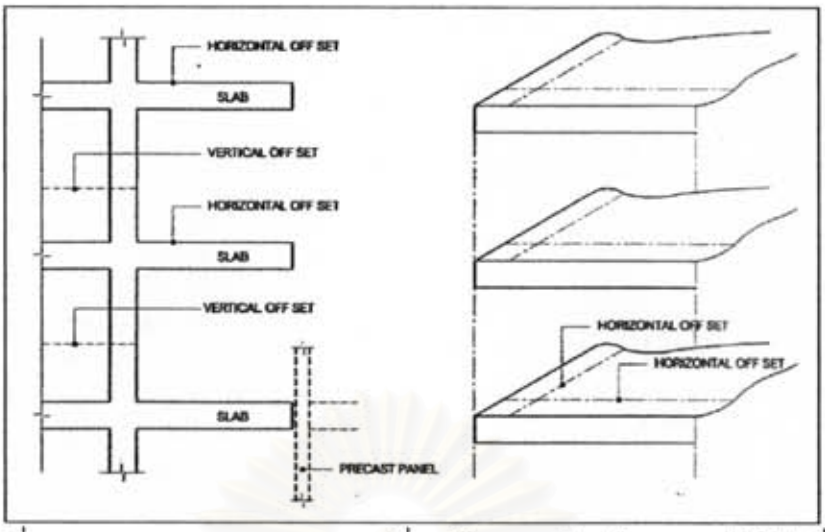
งานติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปจะติดตั้งได้ต่อเมื่อ งานโครงสร้างในชั้นที่จะทำการติดตั้ง เสร็จเรียบร้อยแล้ว การติดตั้งจะทำโดยช่างและคนงานของ บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่งเอง โดยหลังจากขนส่งถึงสถานที่ก่อสร้าง จะทำการยกติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปจากรถเทลเลอร์ด้วยทาวเวอร์เครนทันที โดยยกขึ้นไปแขวนเอาไว้ยังตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง โดยทาวเวอร์เครนที่ใช้เป็นชุดเดียวกันกับงานโครงสร้าง (สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 2 ตัน(ที่ปลายบลูม) มีรัศมีในการทำงาน 30 เมตร) โดยจะมีเวลาจำกัดในการใช้งานคือ ใช้งานได้ตั้งแต่เวลา 05.00-08.00 และ 12.00-13.00 เท่านั้น นอกเหนือจากเวลานั้นจะใช้งานไม่ได้ ฉะนั้นจึงต้องยกแผ่นขึ้นไปแขวนยังชั้นของอาคารที่จะทำการติดตั้งให้ได้ครบตามจำนวนที่จัดส่งให้ หากแขวนชิ้นงานไม่เสร็จก็ต้องจัดหาที่กองแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ไว้ให้เป็นระเบียบ สำหรับการติดตั้งโดยการยกแผ่นขึ้นไปแขวนทางโครงการจะต้องทำการเช็คแนวและระดับโครงสร้างก่อน ถ้าหากพบว่า อาคารส่วนที่จะทำการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป มีลักษณะเกินออกมาจากแบบก่อสร้าง อันจะทำให้แผ่นผนังไม่สามารถปรับให้อยู่ในตำแหน่งได้ ทางโครงการต้องสกัดโครงสร้างออกก่อน

ภาพที่ 5.58 แสดงการยกชิ้นงานขึ้นเตรียมติดตั้งด้วยทาวเวอร์เครน

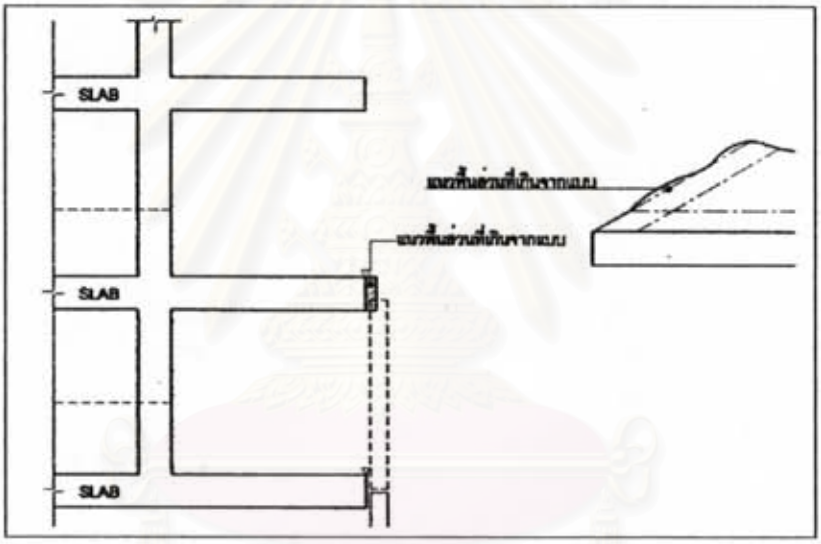


ภาพที่ 5.59 แสดงการร้อยลวดสลิงเข้ากับหูหิ้วภายในชิ้นงาน

การยกแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปด้วยทาวเวอร์เครน จะทำโดยใช้สายสลิง ร้อยเข้ากับหูหิ้วที่อยู่ภายในชิ้นงานและทำการล็อคด้วยสเกล หลังจากทำการติดตั้ง จะทำการตัดหูหิ้วที่ติดมากับชิ้นงานออก จากนั้นจะทำการตกแต่งผิวด้วยปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน (HI-SAK)



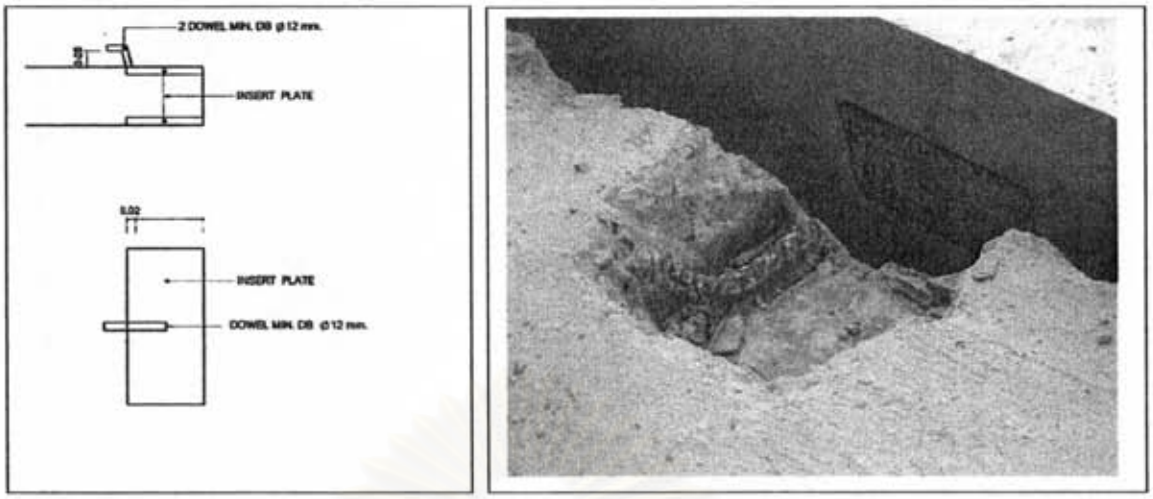
ภาพที่ 5.60 แบบแสดงแนว OFF SET ที่ทางโครงการต้องกำหนดเอาไว้ให้ เพื่อเป็นตัวกำหนด แนวระดับในการติดตั้งชิ้นงาน



ภาพที่ 5.61 แสดงการเช็คแนว และระดับโครงสร้าง (SLAB)

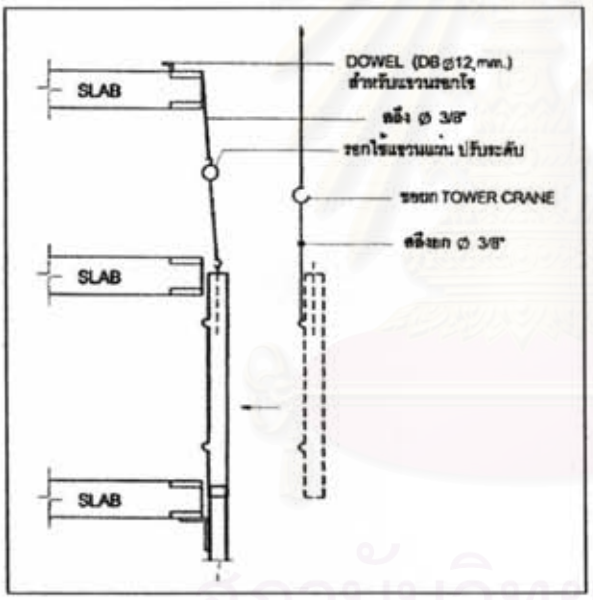
หากไม่ตรงกับแบบและเป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้สามารถทำการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปได้

การติดตั้ง จะเริ่มติดตั้งจากบริเวณใดของอาคารก่อนก็ได้ แต่ส่วนใหญ่ทางทีมติดตั้งจะเริ่มติดตั้งแผ่นเสาก่อนแล้วค่อยไปติดตั้งส่วนอื่นๆ การติดตั้งจะพยายามทำให้ได้ปริมาณมากที่สุดใน 1 ด้านต่อการติดตั้งแต่ละครั้ง เพื่อลดระยะเวลาการใช้ทาวเวอร์เครนและจำนวนคนงานลงจากนั้นเมื่อทำการเช็คแนวระดับเอาไว้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการแขวนหิ้วแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เข้ากับอุปกรณ์การแขวนแผ่นชั่วคราว และทำการปรับระดับให้ตรงกับตำแหน่งตามแบบ โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะประกอบด้วย สลิง Diameter 3/8" รอกและโซ่สำหรับแขวนปรับระดับ ขอยกทาวเวอร์เครน และ เสกล

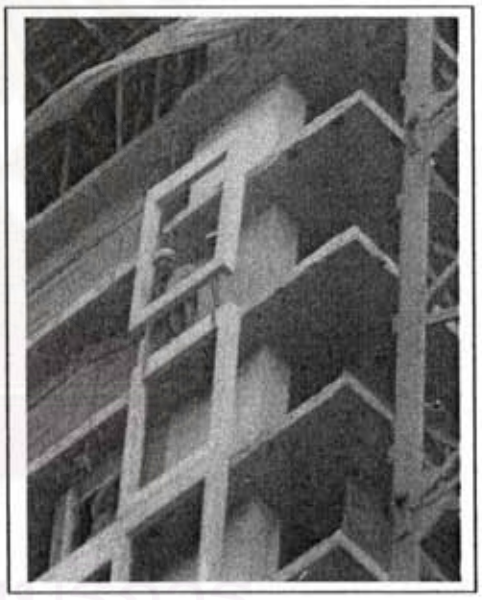


ภาพที่ 5.62 แสดงอุปกรณ์สำหรับแขวนแผ่นชั่วคราว

โดยใช้เหล็ก DB-12 เชื่อมติดกับ PLATE ที่ฝังเอาไว้ในพื้น จากนั้นจะทำการตัดออกเมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จ

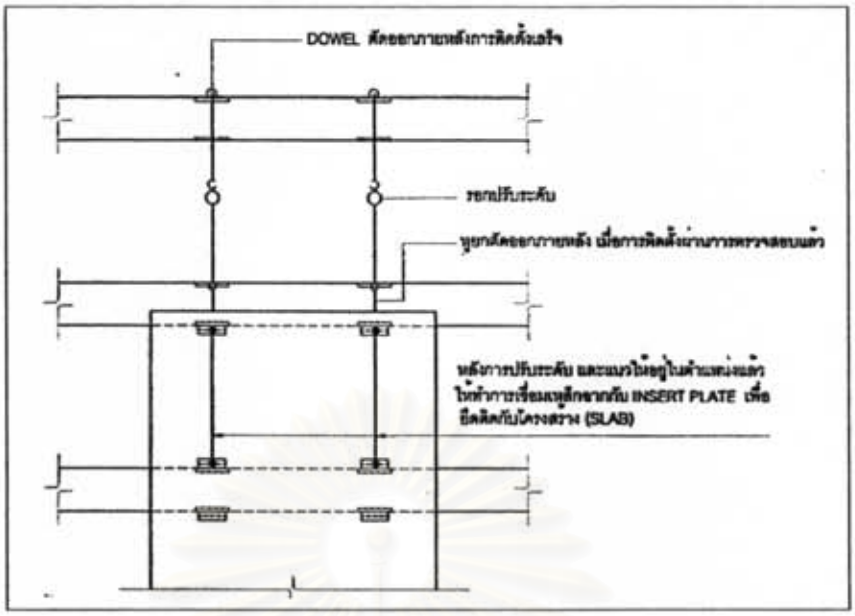


ภาพที่ 5.63 แบบแสดงลักษณะการแขวนแผ่น



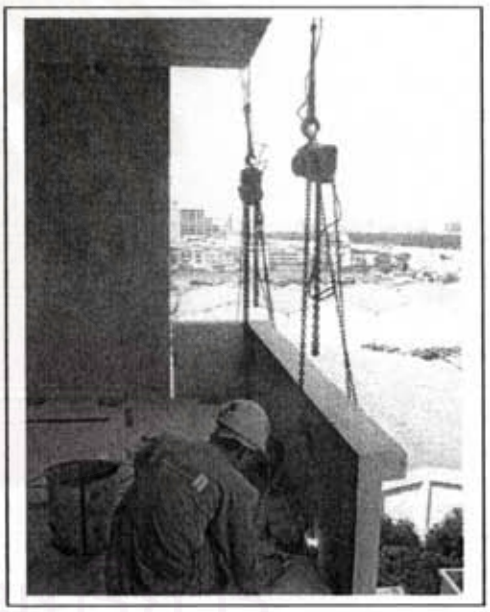
ภาพที่ 5.64 แสดงลักษณะการแขวนชิ้นงาน

เมื่อทำการแขวนแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปแล้ว จะทำการปรับระดับและแนวให้เข้าที่ และใช้ระดับน้ำในการวัดปรับระดับชิ้นงานให้ตรงกับเส้นระดับที่กำหนดเอาไว้ การปรับระดับและแนวจะทำการปรับระดับโดยใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับ และหลังจากการปรับระดับและแนวให้อยู่ในตำแหน่งแล้วจะทำการเชื่อมเหล็กขนาด 75x150x9 มม. เข้ากับ INSERT PLATE เพื่อยึดติดกับPLATE ที่ฝังในแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป หลังจากนั้น เมื่อการติดตั้งผ่านการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงานแล้วจะทำการตัดหูยก และ DOWEL ออกภายหลัง



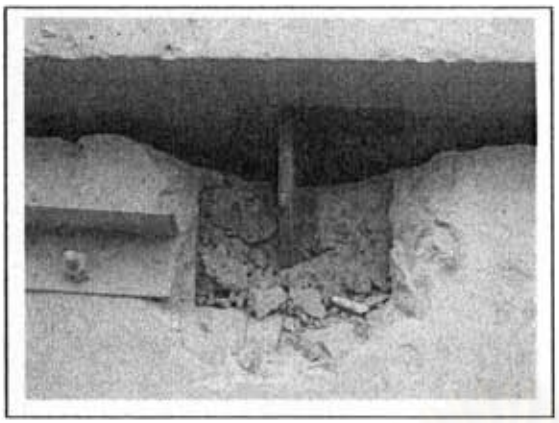
ภาพที่ 5.65 แบบแสดงการใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับและแนว

ภาพที่ 5.66 แสดงการใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับและแนว



ภาพที่ 5.67 แสดงการเชื่อมเหล็กฉากเข้ากับ INSERT PLATE

หลังจากทำการเชื่อมเสร็จแล้วจะทำการตัดหูยก และ DOWEL ออก จากนั้นจะทาสีกันสนิมบริเวณรอยเชื่อม แล้วจึงเกร้าท์ซีเมนต์ บริเวณช่องว่างระหว่างแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปกับโครงสร้าง SLAB และทำการแต่งผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่เกิดความเสียหายระหว่างการติดตั้ง และ ขนส่ง ด้วยปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน (HI-SAK) โดยตำแหน่งที่อยู่ภายนอกอาคารจะใช้การโรยตัว ของ SPIDERMAN จากด้านบนลงมา ทำการตกแต่งผิวอาคาร การโรยตัวจะแบ่งเป็น 3 ช่วง คือชั้นที่ 1-10, 11-20 และ 21-29 ไล่ไปกับงานติดตั้งแผ่นผนัง



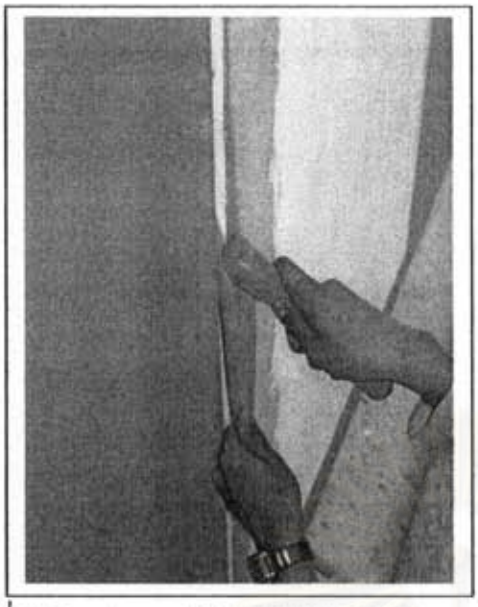
ภาพที่ 5.68 แสดงการเชื่อมเหล็กแผ่น เข้ากับ INSERT PLATE เพื่อยึดติดกับโครงสร้าง SLAB

ภาพที่ 5.69 แสดงการโรยตัวแต่งผิวผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปหลังจากการติดตั้ง

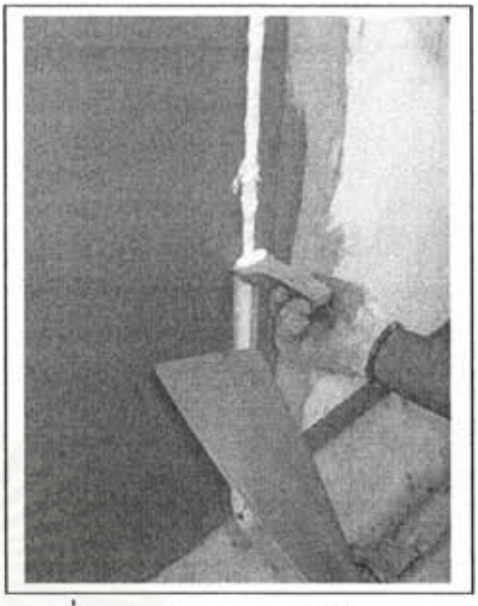
จากนั้นจะทำการอุดรอยต่อระหว่างแผ่น โดยทางผู้ออกแบบกำหนดให้มีระยะรอยต่อในการติดตั้งไม่เกิน 10 มม. และกำหนดค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการติดตั้งดังนี้

1. ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวนอน
   - ความคลาดเคลื่อนของแผ่นที่สั้นกว่า 2.0 ม. +/- 5 มม.
   - ความคลาดเคลื่อนของแผ่นที่ยาวกว่า 2.0 ม. +/- 8 มม.
2. ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวระนาบแผ่น
   - ระนาบภายนอกไม่เกิน +/- 5 มม.
   - ระนาบภายในไม่เกิน +/- 5 มม.
3. ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง +/- 5 มม.

จากนั้นจะทำการอุดปิดรอยต่อด้วย BACKING ROD ทั้งด้านภายนอกและภายในอาคาร ตามขนาดช่องว่าง แต่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 ม.ม. และทำการอุดร่องผิวภายในและภายนอกด้วย POLYURETHANE SEALANT (WHITE) ก่อนอุดร่องผิวด้วย POLYURETHANE SEALANT จากนั้นจะทำการแต่งผิวด้วยโฟมปาด เพื่อความเรียบร้อย และรอให้ POLYURETHANE SEALANT แห้งทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน โดยตำแหน่งรอยต่อที่อยู่ภายนอกอาคารจะใช้การโรยตัว ของ SPIDERMAN จากด้านบนลงมาทำการอุดรอยต่อระหว่างแผ่น (ภายนอกอาคาร 1วันทำได้ 100ม./1คน, ภายในอาคาร 1 วันทำได้ 150ม./1คน) จากนั้นจะทำการทดสอบการรั่วซึม โดยจะทำการเทน้ำบริเวณรอยต่อทุกจุด การอุดรอยต่อต้องทำให้แล้วเสร็จ ถึงจะทำการทาสีอาคารได้



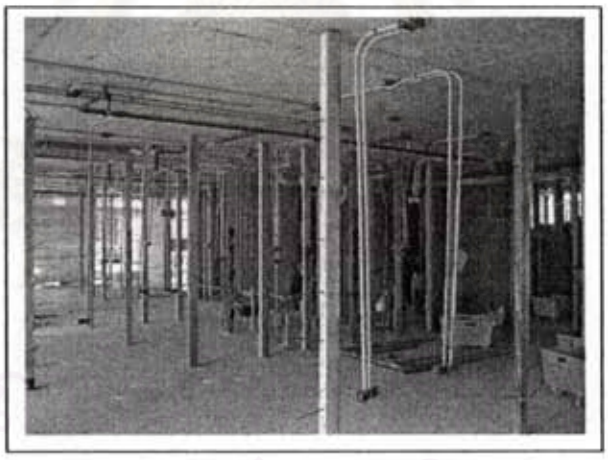
ภาพที่ 5.70 แสดงการใส่ BACKING ROD



ภาพที่ 5.71 แสดงอุดรอยต่อด้วย POLYURETHANE SEALANT

4. งานติดตั้งงานระบบ

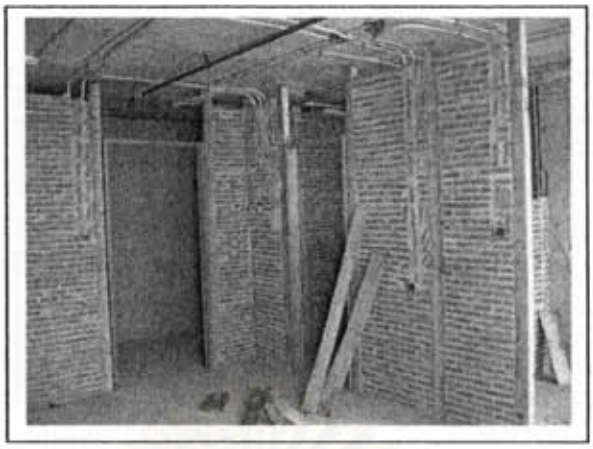
การติดตั้งงานระบบภายในอาคารจะมีการวางแผนการติดตั้งไว้แต่เริ่มแรก โดยจะทำก่อนการก่อผนังภายใน ทำการวางตำแหน่งตามระยะที่กำหนดในแบบให้เรียบร้อย ในขั้นตอนนี้จะทำการติดตั้งเสาเอ็นโดยเสียบเหล็กหนวดกุ้งยึดติดกับพื้นอาคาร



ภาพที่ 5.72 แสดงการติดตั้งงานระบบภายในอาคาร

5. งานก่อฉาบผนังภายในอาคาร

การก่อฉาบผนังภายใน จะทำการก่อฉาบโดยใช้อิฐมอญแดง โดยก่อตามตำแหน่งที่ระบุเอาไว้ในแบบ และทำการก่อปิดฝังท่องานระบบไฟฟ้า ซ่อนเอาไว้ภายในผนัง จากนั้นจะทำการติดตั้งงานวงกบประตูภายในอาคาร โดยการติดตั้งวงกบจะใส่วงกบในช่องหน้าต่างก่อน จากนั้นจึงเททับหลังและก่ออิฐมอญให้ขึ้นไปติดกับท้องพื้นอาคาร



ภาพที่ 5.73 แสดงการก่อฉาบผนังภายในอาคาร

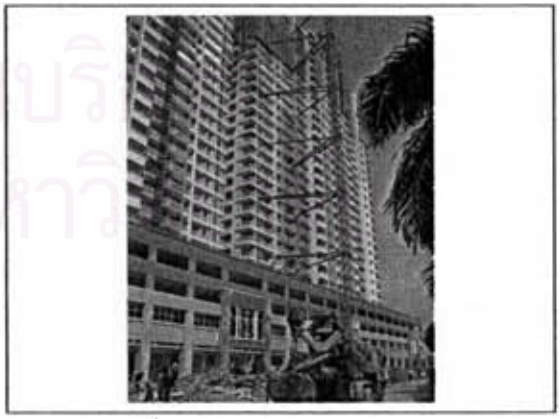
6. งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม

งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม จะเป็นประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป สีขา ประกอบสำเสร็จมาจากโรงงานผลิต การประกอบติดตั้งจะประกอบโดยทำการใส่เฟรมประตู-หน้าต่าง ให้ตรงกับตามตำแหน่งช่องหน้าต่าง ในหน่วยงานก่อสร้าง หากเฟรมใส่ไม่พอดีกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป การแก้ไขต้องทำการแก้ไขที่แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ไม่สามารถแก้ไขที่ เฟรมอลูมิเนียมได้

7. งานตกแต่งสถาปัตยกรรม

เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยเรียงลำดับ จากงานปรับระดับและปูกระเบื้องพื้น, งานฝ้าเพดาน, งานติดราวกันตก บริเวณระเบียงอาคาร โดยยึดติดกับแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป, ทาสีรองพื้นอาคารทั้งภายนอกและภายใน สำหรับงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จะต้องทำการแต่งผิวและอุดรอยต่อให้เรียบร้อยก่อนถึงจะเริ่มงานทาสีอาคารได้

ภาพที่ 5.74 แสดงภาพภายนอกอาคาร



ภาพที่ 5.75 แสดงภาพภายนอกอาคาร

5.3.2 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

1. งานเตรียมการก่อสร้าง

งานเตรียมการก่อสร้าง เริ่มจากขั้นตอนงานถมดิน และทำถนนในโครงการ บดอัดดินให้แน่นเพื่อรองรับกับเครื่องจักรหนักที่จะใช้ในงานก่อสร้าง

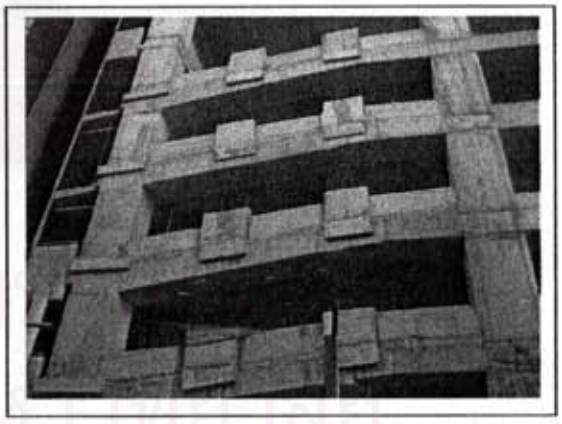
2. งานโครงสร้างอาคาร

2.1 ในการทำเข็มเจาะทางเจ้าของโครงการได้จัดจ้าง บริษัทภายนอก ให้เป็นผู้ทำงานเข็มต่างหาก โดยทางผู้รับเหมาหลักของทางโครงการที่เข้ามารับช่วงต่อจะเข้ามาทำการตัดหัวเสาเข็มเท่านั้น และจะเริ่มงานโครงสร้างทั่วไปตามปกติ

2.2 ขั้นตอนการทำฐานราก เป็นการหล่อในที่ และเริ่มงานเสา ค.ส.ล.และคานค.ส.ล.ในชั้นที่ 1

2.3 ขั้นตอนการทำเสาค.ส.ล.และพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง (PRESTRESSED POSTTENSION FLAT SLAB) จะมีวิธีการก่อสร้างเหมือนกันกับโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL โดยในขั้นตอนนี้จะทำการเตรียมการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปพร้อมกัน โดยจะติดตั้ง INSERT PLATE (PLATE เหล็กขนาด 100x150x10 มม.) โดยทำการฝังลงตามตำแหน่งที่แบบระบุเอาไว้ และจะทำการบล็อก PLATE โดยใช้ตะปูตอกติดกับแบบหล่อพื้น ทำการปิดหน้า PLATE ด้วยโฟม

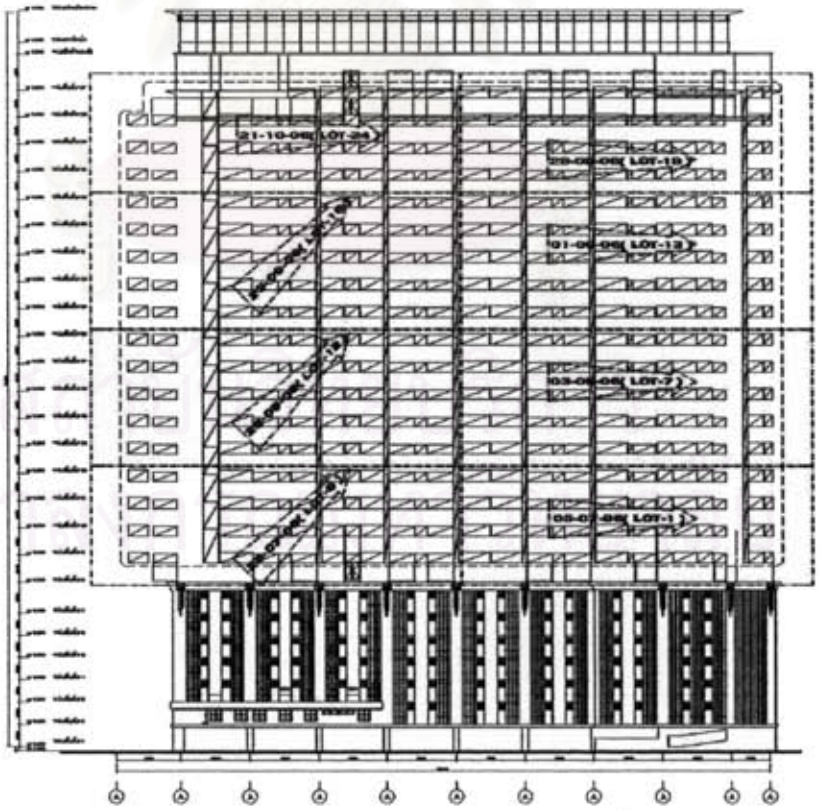
ภาพที่ 5.76 แสดงภาพงานโครงสร้างอาคาร



ภาพที่ 5.77 แสดงลักษณะงานโครงสร้างที่เตรียมสำหรับ งานติดตั้งชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

3. งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

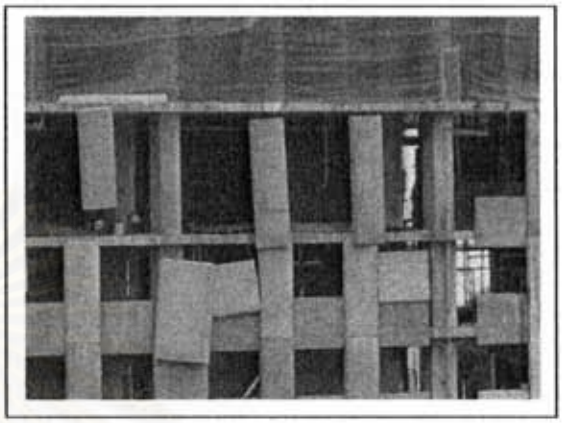
การติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปจะทำการติดตั้งหลังจากงานโครงสร้างแล้วเสร็จ สำหรับงานติดตั้งทางบริษัท ได้จัดจ้างผู้รับเหมาภายนอกเข้ามาทำการติดตั้ง โดยคิดค่าติดตั้งอยู่ที่ 200 บาท/ตร.ม. โดยหลังจากขนส่งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปถึงสถานที่ก่อสร้าง(ขนส่งตอนกลางคืน) ด้วยสิบล้อแล้ว จะใช้รถยกของโครงการยกชิ้นส่วนลงจากรถสิบล้อไปเก็บในบริเวณที่ก่อสร้างก่อน จากนั้นใช้ทาวเวอร์เครน (สามารถรับน้ำหนักได้ 1.5 ตัน) มีรัศมีในการทำงาน 30 เมตร) โดยจะมีช่วงเวลาใช้ทาวเวอร์เครนตรงกับการใช้งานหลักของทางโครงการ ทำให้เกิดอุปสรรคในการติดตั้งที่ต้องรอทาวเวอร์เครนว่างจากงานโครงสร้างหลักก่อนจึงจะสามารถใช้ทาวเวอร์เครนยกแขวนชิ้นงานได้ ลักษณะการติดตั้งจะถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิต โดยแบ่งเป็น LOT การติดตั้งตามที่ทำการผลิต สำหรับปริมาณการติดตั้งที่จะทำในแต่ละวัน วิศวกรติดตั้งจะเป็นคนแจ้งให้กับฝ่ายผลิตถึงปริมาณและรหัสของแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่จะทำการจัดส่ง การติดตั้งเป็นลักษณะการติดตั้งทีละด้าน วนรอบอาคาร มีทั้งหมดอยู่ 24 LOT โดย 1 LOT จะมีชั้นที่ทำการติดตั้งอยู่ 4-5 ชั้น เมื่อติดเสร็จก็จะทำการติดใน LOT ต่อไป โดยใน LOT ที่ 1 จะเริ่มจากแนวเสา BF และต้องทำการเช็คแนวและระดับโครงสร้างก่อน ถ้าหากพบว่า อาคารส่วนที่จะทำการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป มีลักษณะเกินออกมาจากแบบก่อสร้าง อันจะทำให้แผ่นผนังไม่สามารถปรับให้อยู่ในตำแหน่งได้ ทางโครงการต้องสกัดโครงสร้างออกก่อน



ภาพที่ 5.78 แสดงตัวอย่างแผนการติดตั้ง

หลังจากทำการเช็คแนวและระดับโครงสร้างแล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการแขวนหิ้วแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปเข้ากับอุปกรณ์การแขวนแผ่นชั่วคราว (เหล็ก DB12)และทำการปรับระดับให้ตรงกับตำแหน่งตามแบบ โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะประกอบด้วย สลิง Diameter.16 มม. และ 12 มม. รอกสาวแนวดิ่ง รอกดึง โซ่สำหรับแขวนปรับระดับ ขอยกทาวเวอร์เครน และ เสกล

ภาพที่ 5.79 แสดงอุปกรณ์ยึดแขวนแผ่นชั่วคราว



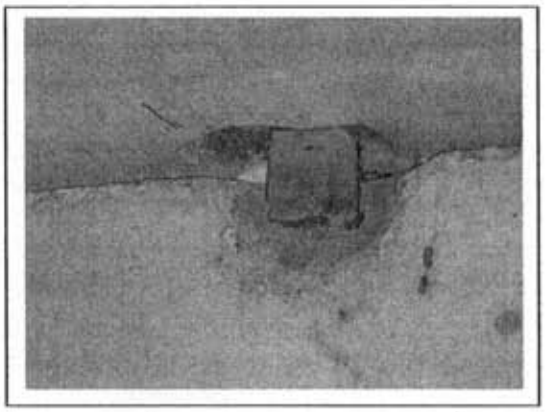
ภาพที่ 5.80 แสดงการแขวนแผ่นชั่วคราว

เมื่อทำการแขวนแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปแล้ว จะทำการปรับระดับและแนวให้เข้าที่ การปรับระดับและแนวจะทำการปรับโดยใช้รอกสาวแนวดิ่ง และ รอกดึงเป็นตัวปรับระดับ โดยจะใช้รอกสาวปรับแนวดิ่งให้ได้แนวระดับก่อนจากนั้นจะใช้รอกดึง ดึงแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปเข้าหาตัวอาคาร ในการติดตั้งจะทำการเช็คระดับด้วยกล้องส่องระดับทุกครั้ง เพื่อลดความผิดพลาดในการติดตั้งชิ้นงาน และหลังจากการปรับระดับและแนวให้อยู่ในตำแหน่งแล้วจะทำการเชื่อมเหล็กขนาด 100x100x12 มม. เข้ากับ INSERT PLATE โดยกำหนดให้มีรอยเชื่อมที่ 10 มม. หลังจากนั้นเมื่อการติดตั้งผ่านการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงานแล้วจะทำการตัดหูยก และ DOWEL ออก

ภาพที่ 5.81 แสดงรอกโซ่ สำหรับใช้ปรับระดับแนวดิ่ง

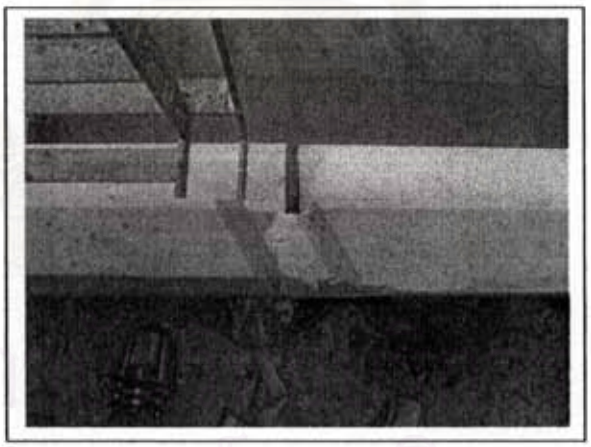
ภาพที่ 5.82 แสดงรอกดึง สำหรับใช้ปรับระดับแนวนอน

ภาพที่ 5.83 แสดงการใช้กล้องระดับในการเช็คระดับและแนวในการติดตั้ง



ภาพที่ 5.84 แสดงลักษณะการเชื่อมเหล็กขนาด 100x100x12 มม. เข้ากับ INSERT PLATE

เมื่อทำการตรวจเช็ครอยเชื่อมแล้วเสร็จ จะทำการทาสีกันสนิมบริเวณรอยต่อทุกครั้ง เพื่อป้องกันสนิมบริเวณจุดเชื่อมที่อาจจะเกิดขึ้นภายในอนาคต จากนั้นจะทำการเกราท์ปูนปิดช่องว่างระหว่างผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปกับพื้นอาคาร และทำการแต่งผิวอาคารที่เกิดความเสียหายระหว่างการขนส่งและการติดตั้ง การแต่งผิวจะทำก่อนการอุดรอยต่อ และจะทำโดยการโรยตัวของ SPIDERMAN ลงมาจากด้านบนอาคาร

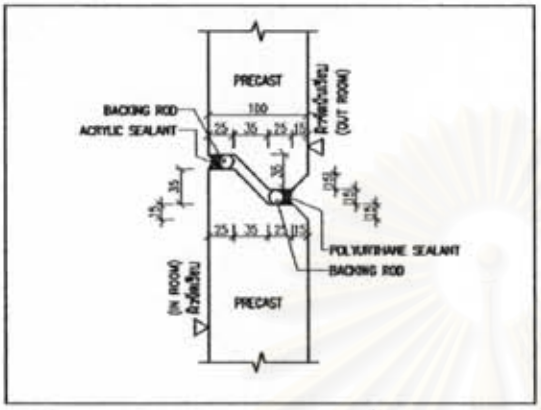


ภาพที่ 5.85 แสดงการอุดรอยต่อด้วย POLYURETHANE SEALANT (WHITE)

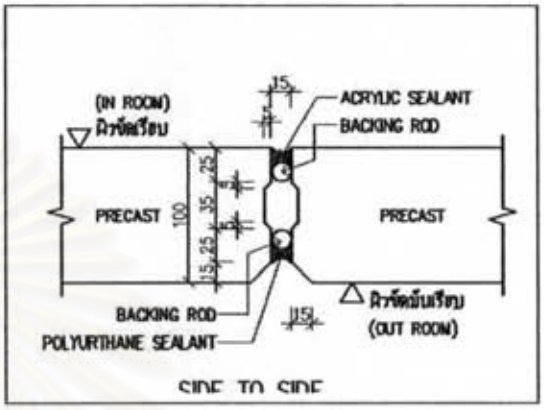
จากนั้นจะทำการอุดรอยต่อแผ่น โดยทางผู้ออกแบบกำหนดให้มีระยะรอยต่อในการติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 มม. และกำหนดค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการติดตั้ง ดังนี้

- ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง +/-5 มม. ถึง +/- 8 มม.
- ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวนอน +/-5 มม. ถึง +/- 8 มม.

ทำการอุดปิดรอยต่อด้วย BACKING ROD ด้านภายนอกและภายในอาคารโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 ม.ม. สำหรับรอยต่อภายในอาคารจะอุดร่องผิวภายในด้วย ACRYLIC SEALANT และอุดร่องผิวภายนอกด้วย POLYURETHANE SEALANT โดยตำแหน่งรอยต่อที่อยู่ภายนอกอาคารจะใช้การโรยตัว ของ SPIDERMAN จากนั้นจะทำการทดสอบการรั่วซึมโดยจะทำการเทน้ำบริเวณรอยต่อทุกจุด การอุดรอยต่อต้องทำให้เสร็จ ถึงจะทำการทาสีอาคารได้

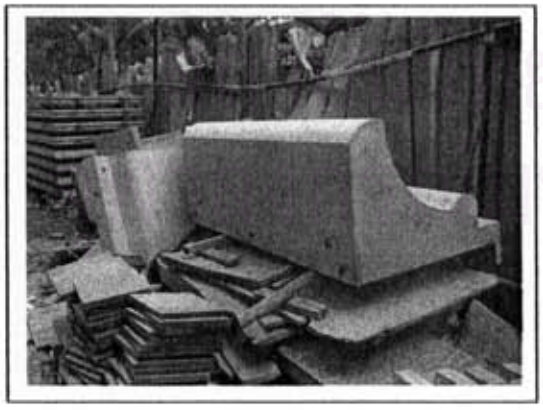


ภาพที่ 5.86 แสดงรอยต่อแผ่นแนวตั้ง

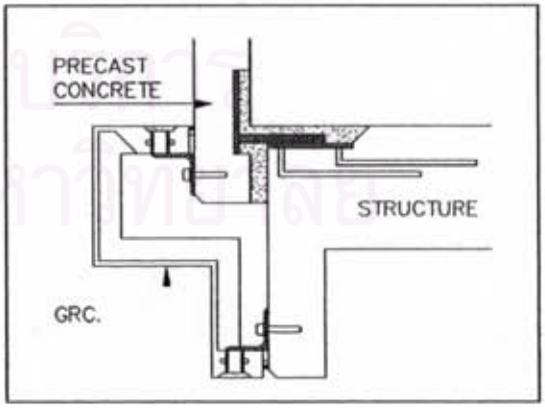


ภาพที่ 5.87แสดงรอยต่อแผ่นแนวนอน

สำหรับงานตกแต่งผนังบางส่วน ทางผู้ออกแบบได้มีการตกแต่งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ด้วยชิ้นงานคอนกรีตเสริมใยแก้ว Glassfibre Reinforced Concrete (GRC.) โดยจะทำการผลิตมาจากโรงงาน แล้วนำมาติดตั้งยังสถานที่ก่อสร้าง โดยการติดตั้งจะทำการ เจาะฝังสกรูน็อต ลงในแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ตามตำแหน่งที่จะมีการติดชิ้นงาน GRC. จากนั้นนำฉากเหล็ก มาประกอบยึดเป็นโครง เอาไว้สำหรับยึดชิ้นงาน GRC. นำชิ้นงาน GRC. มาติดประกอบยึดสกรูน็อตให้แน่น จากนั้นทำการอุดรอยต่อระหว่างชิ้นงาน GRC. กับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ด้วย BACKING ROD และปิดด้วย POLYURETHANE SEALANT



ภาพที่ 5.88 แสดงชิ้นงาน GRC.



ภาพที่ 5.89 แสดงแบบการติดตั้งงาน GRC.

4. งานติดตั้งงานระบบ

การติดตั้งงานระบบภายในอาคารจะมีการวางแผนการติดตั้งไว้แต่เริ่มแรก โดยจะทำก่อนการก่อผนังภายใน การติดตั้งท่องานระบบ (ท่อ PVC.) สำหรับฝังในผนัง เริ่มจากจุดที่มีการบล็อกตำแหน่งเอาไว้ในขั้นตอนงานเทพื้นคอนกรีต วางตำแหน่งตามระยะที่กำหนดในแบบให้เรียบร้อย

ภาพที่ 5.90 แสดงการติดตั้งงานระบบภายในอาคาร

5. งานก่อฉาบผนังภายในอาคาร

การก่อฉาบผนังภายใน จะทำการก่อฉาบโดยใช้อิฐมอญแดง โดยทำการก่อปิดฝังท่องานระบบไฟฟ้า ซ่อนเอาไว้ภายในผนัง จากนั้นจะทำการติดตั้งงานวงกบประตูภายในอาคาร

ภาพที่ 5.91 แสดงการก่อฉาบผนังภายในอาคาร

6. งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม

งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม จะเป็นประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป ประกอบสำเสร็จมาจากโรงงานผลิต การประกอบติดตั้งจะประกอบโดยทำการใส่เฟรมประตู-หน้าต่าง ให้ตรงกับตามตำแหน่งช่องหน้าต่าง ในหน่วยงานก่อสร้าง ประตูหน้าต่างอลูมิเนียมที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงาน ไม่สามารถปรับแก้ไขขนาดที่หน้างาน

7. งานตกแต่งสถาปัตยกรรม

เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยเรียงลำดับ จากงานปรับระดับและปูกระเบื้องพื้น, งานฝ้าเพดาน, งานติดราวกันตก บริเวณระเบียงอาคาร โดยยึดติดกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป, ทาสีรองพื้นอาคารทั้งภายนอกและภายใน สำหรับงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จะต้องทำการติดชิ้นส่วน GRC. แต่งผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปและอุดรอยต่อให้เรียบร้อยก่อน ถึงจะเริ่มงานทาสีอาคารได้

ภาพที่ 5.92 แสดงภาพภายนอกอาคาร

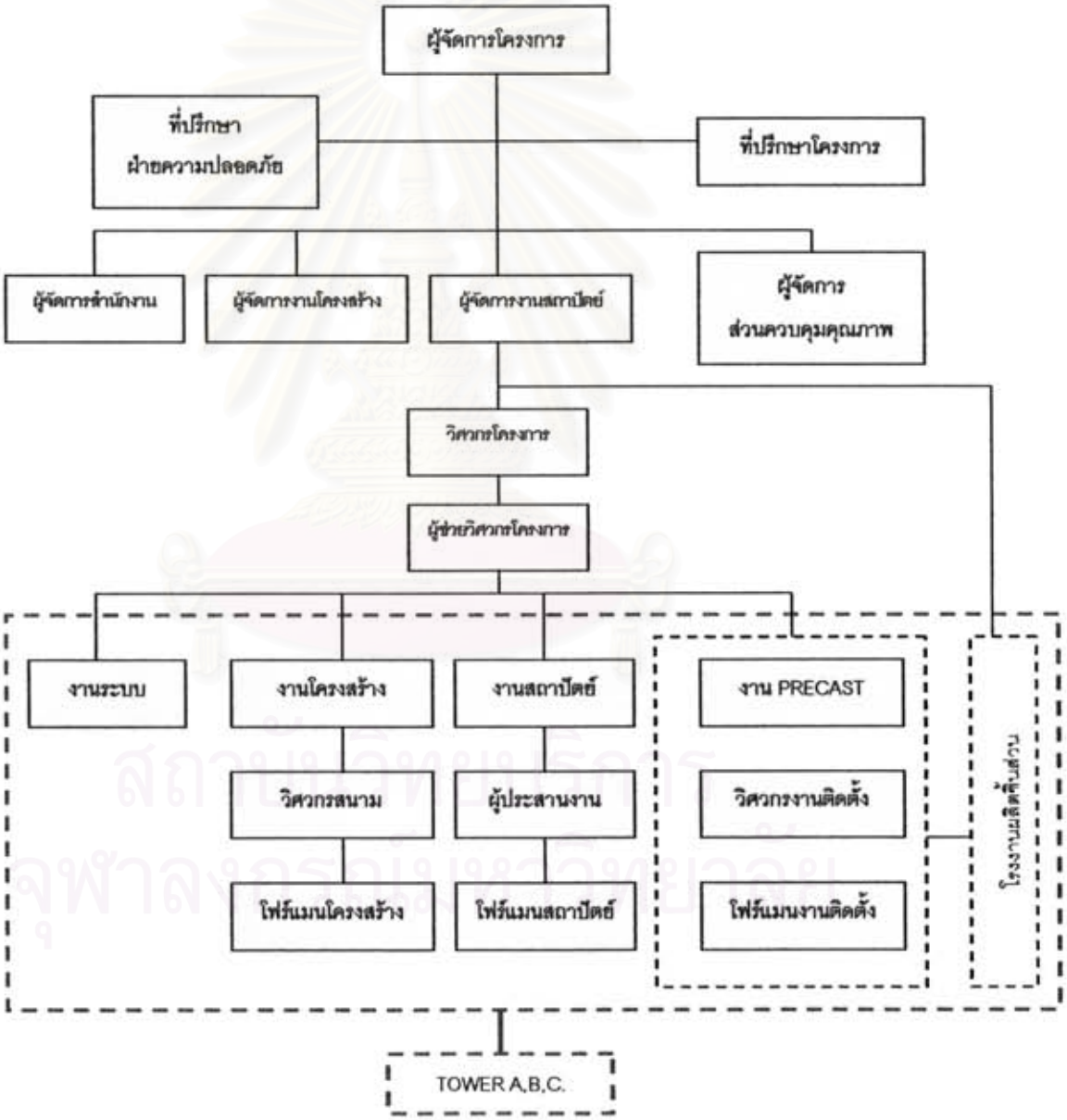
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 การบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

5.4.1 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

1. แผนภูมิแสดงการบริหารการก่อสร้างของ โครงการที่ก่อสร้างด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการบริหารการก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL



2. จำนวนแรงงานโครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL ที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยแสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างเฉพาะอาคาร A พื้นที่ใช้สอย 40,990.00 ตารางเมตร

ตารางที่ 5.8 แสดงรายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ลำดับ	ประเภทแรงงาน (เฉพาะอาคาร A)	จำนวน
1.	ผู้จัดการโครงการ	1
2.	วิศวกรโครงการ	1
3.	วิศวกรสนาม	1
4.	แผนกบุคคล บัญชีและเงินเดือน	2
5.	โฟร์แมน	3
6.	ช่างสำรวจ	3
7.	ช่างเชื่อม	20
8.	ช่างปูน	59
9.	ช่างไม้	20
10.	ช่างประปา	40
11.	ช่างไฟฟ้า	43
12.	ช่างสี	10
13.	งานพื้น POST-TENSION	12
14.	***งานติดตั้ง PRECAST***	***9***
15.	***งานตกแต่งผิว PRECAST***	***8***
16.	***งานอุดรอยต่อผนัง PRECAST***	***10***
17.	คนงานทั่วไป (กรรมกร)	24
18.	คนคุมห้องเก็บสินค้า	2
19.	เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย (ทั้งโครงการ)	8
	รวม	**276**

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ คุณ รติกร ไทรงาม เดือน ธันวาคม 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ตารางที่ 5.9 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ลำดับ	เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ (เฉพาะอาคาร A)	จำนวน
1.	TOWER CRANE Elba 100	2
2.	รถปิคอัพ	5
3.	รถขนส่ง 6 ล้อใหญ่	1
4.	รถดัมพ์ 6 ล้อ	1

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ คุณ รติกร ไทรงาม เดือน ธันวาคม 2549

4. อุปกรณ์สำนักงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

ตารางที่ 5.10 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์สำนักงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

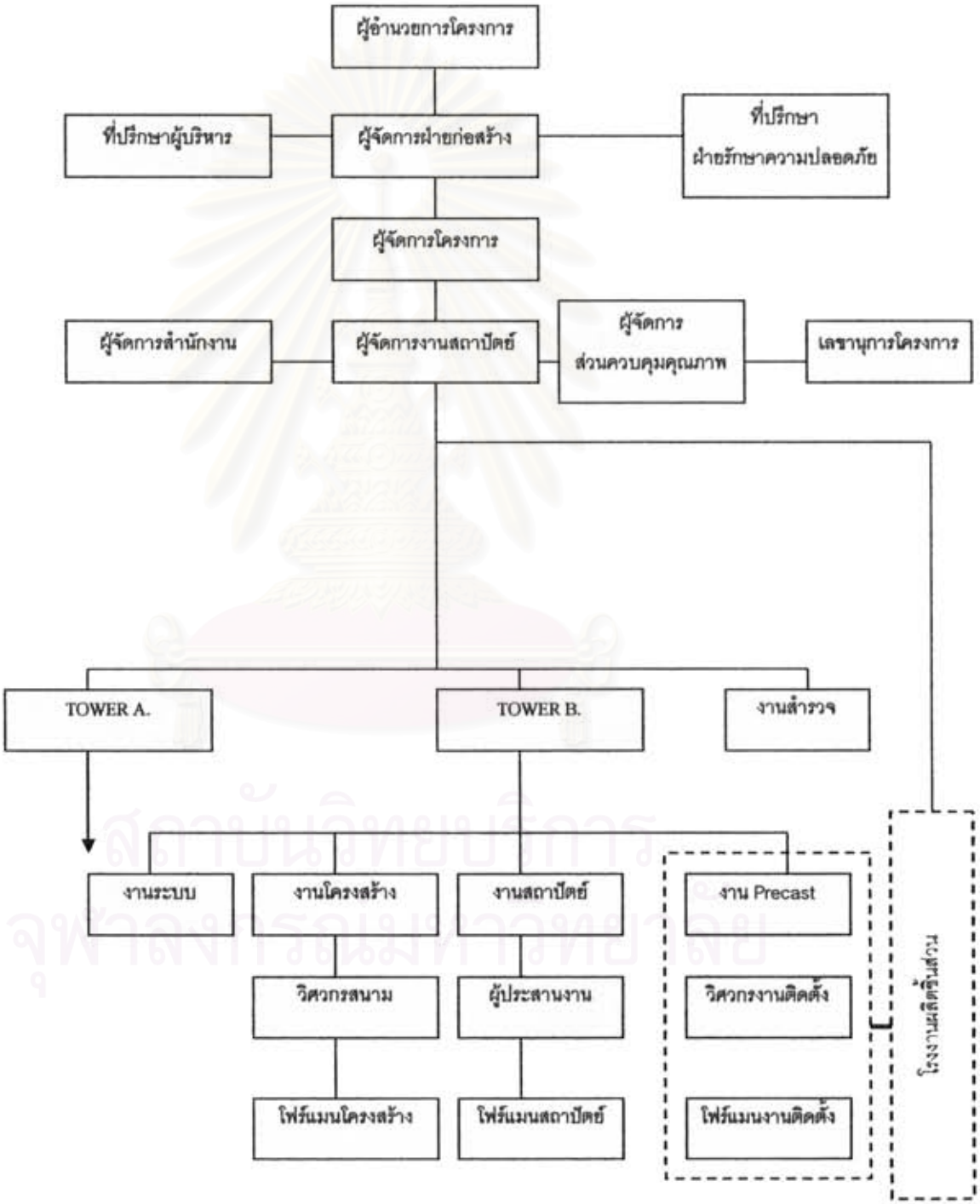
ลำดับ	อุปกรณ์สำนักงาน (ทั้งโครงการ)	จำนวน
1.	โต๊ะทำงาน	25
2.	เก้าอี้	35
3.	ตู้เก็บเอกสาร	6
4.	เครื่องตอกบัตร	1
5.	เครื่องถ่ายเอกสาร	1
6.	โทรสาร	1
7.	โทรศัพท์	2
8.	วิทยุสื่อสาร	9
9.	แอร์	2
10.	ตู้เย็น	1
11.	คอมพิวเตอร์	3
12.	พริ้นเตอร์	2

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ คุณ รติกร ไทรงาม เดือน ธันวาคม 2549

5.4.2 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

1. แผนภูมิแสดงการบริหารการก่อสร้างโครงการที่ก่อสร้างด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

แผนภูมิที่ 5.2 แสดงการบริหารการก่อสร้าง โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT



2. จำนวนแรงงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยแสดงกำลังคนงานที่ใช้ในการก่อสร้างเฉพาะอาคาร B พื้นที่ใช้สอย 41,822.00 ตารางเมตร

ตารางที่ 5.11 แสดงรายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลำดับ	ประเภทแรงงาน (เฉพาะอาคาร B)	จำนวน
1.	ผู้จัดการโครงการ	1
2.	วิศวกรโครงการ	1
3.	เลขากลาง	1
4.	วิศวกรสนาม	2
5.	เลขาหน่วยงาน	2
6.	แผนกบุคคล บัญชีและเงินเดือน	2
7.	สถาปนิก	1
8.	โฟร์แมนควบคุมงาน	3
9.	ช่างสำรวจ	2
10.	ช่างเชื่อม	10
11.	ช่างเหล็ก	25
12.	ช่างปูน	40
13.	ช่างไม้	50
14.	ช่างประปา	20
15.	ช่างไฟฟ้า	20
16.	ช่างสี	10
17.	งานพื้น POST-TENSION	10
18.	***งานติดตั้ง PRECAST***	***11***
19.	***งานตกแต่ง PRECAST***	***8***
20.	***งานอุดรอยต่อผนัง PRECAST***	***10***
21.	คนงานทั่วไป (กรรมกร)	45
22.	คนคุมห้องเก็บสินค้า	4
23.	คนขับรถ (ทั้งโครงการ)	8
24	เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย (ทั้งโครงการ)	10
	รวม	**296**

ที่มา : จากการสัมภาษณ์วิศวกรติดตั้ง คุณ ชัยยศ มหานิล พฤศจิกายน 2549

3. เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ตารางที่ 5.12 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลำดับ	เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ (เฉพาะอาคาร B)	จำนวน
1.	TOWER CRANE	2
2.	รถบรรทุกดิน	1
3.	รถปิคอัพ	3
4.	รถขนส่ง 6 ล้อใหญ่	2
5.	รถบรรทุก	2
6.	รถแบคโฮ	1
7.	รถน้ำ	1
8.	รถดัมพ์ หกล้อ	3

ที่มา : จากการสัมภาษณ์วิศวกรติดตั้ง คุณ ชัยยศ มหานิล ธันวาคม 2549

4. อุปกรณ์สำนักงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ตารางที่ 5.13 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์สำนักงานโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลำดับ	อุปกรณ์สำนักงาน (ทั้งโครงการ)	จำนวน
1.	โต๊ะทำงาน	30
2.	เก้าอี้	40
3.	ตู้เก็บเอกสาร	10
4.	เครื่องตอกบัตร	3
5.	เครื่องถ่ายเอกสาร	1
6.	โทรสาร	1
7.	โทรศัพท์	2
8.	วิทยุสื่อสาร	20
9.	แอร์	7
10.	ตู้เย็น	2
11.	คอมพิวเตอร์	12
12.	พริ้นเตอร์	5

ที่มา : จากการสัมภาษณ์วิศวกรติดตั้ง คุณ ชัยยศ มหานิล ธันวาคม 2549

5.5 ผลการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้างและระยะเวลาการก่อสร้าง

5.5.1 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL

1. ผลการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดต้นทุนการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จากการศึกษาพบว่า ราคาค่อก่อสร้างในส่วงงานผนังภายนอกอาคารนั้นประกอบด้วย ค่าชิ้นส่วนวัสดุค่าแรงติดตั้งและค่าแต่งผิว สำหรับงานอุดรอยต่อ และงานทาสีอาคาร ทางเจ้าของโครงการได้ว่าจ้างให้ผู้รับเหมารายอื่นเข้ามาดำเนินการต่อส่วนงานติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปสามารถเข้าไปดำเนินการพร้อมงานโครงสร้างได้ทันที มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.14 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนของงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน (บาท)		รวม (บาท)
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1.	แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	ตร.ม.	9,785	1,100	100	10,763,500.00	978,500.00	11,742,000.00
2.	งานแต่งผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	ตร.ม.	9,785	30	30	293,550.00	293,550.00	587,100.00
	รวม							12,329,100.00

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ คุณ รติกร ไทรงาม

จากการสัมภาษณ์ คุณเสรี โฟร์แมนผู้ควบคุมการติดตั้งแผ่น ค.ส.ล.สำเร็จรูป

หมายเหตุ : วัสดุงานแต่ผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จัดเตรียมมาจากโรงงานผลิต

ตารางที่ 5.15 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน (บาท)		รวม (บาท)
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1.	งานอุดปิดรอยต่อด้วย BACKING LOT และ POLYURETHANE SEALANT (WHITE)	ตร.ม.	9,785	40	80	391,400.00	782,800.00	1,174,200.00
	รวม							1,174,200.00

ที่มา : จากการสัมภาษณ์คุณอินจันทร์ มายอด โฟร์แมนผู้ควบคุมการอุดรอยต่อผนังอาคาร

ตารางที่ 5.16 แสดงราคาค่าก่อสร้างของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL เฉพาะอาคาร A

ลำดับ	รายการ	ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	หมายเหตุ
1.	เตรียมงานก่อสร้าง	20,590,000.00	6%	
2.	งานโครงสร้าง	102,169,033.30	28%	
3.	งานตกแต่งผิวพื้น	12,984,990.00	4%	
4.	งาน PRECAST และงานตกแต่งผนัง PRECAST	13,503,300.00	4%	- รวมงาน SEALANT แล้ว
5.	งานผนังและตกแต่งผิวผนัง (ผนังอื่นๆ)	33,544,619.00	10%	
6.	งานฝ้าเพดาน	8,595,245.00	2%	
7.	งานประตู-หน้าต่างภายใน	13,104,210.00	4%	
8.	งานประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม	18,262,000.00	5%	
9.	งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	19,565,780.00	6%	
10.	งานทาสี	10,626,370.00	3%	
11	งานเบ็ดเตล็ด	14,371,660.00	4%	
12.	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	48,449,999.60	14%	
13.	งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	29,812,207.00	9%	
14.	งานระบบระบายอากาศระบบอัดอากาศ	3,210,000.00	1%	
รวมเป็นเงิน		349,153,413.90	100 %	
ค่าดำเนินการ 5%		17,457,670.69		
กำไร 9 %		31,423,807.25		
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		27,862,442.43		
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		**425,897,334.27**		

ที่มา: จากการสำรวจโดยผู้วิจัยและสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ คุณ รติกร ไทรงาม เมื่อวันที่ 1 เดือน กุมภาพันธ์ 2550

2. ผลการศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANELเฉพาะอาคาร A

ที่	รายการ	2548	2549												2550			รวม
		ม.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(วัน)
1.	งานเจาะ																	30
2.	งานโครงสร้างฐานรากและคานพื้นชั้นที่ 1																	105
3.	งานโครงสร้างและงานพื้น POSTENSION																	225
4.	งาน PRECAST																	210
5.	งาน SEALANT																	60
6.	งานทาสี																	60
7.	งานระบบไฟฟ้า																	210
8.	งานระบบสุขาภิบาล																	210
9.	งานสถาปัตย์ชั้น 6																	65
10.	งานสถาปัตย์ชั้น 7																	65
11.	งานสถาปัตย์ชั้น 8																	65
12.	งานสถาปัตย์ชั้น 9																	65
13.	งานสถาปัตย์ชั้น 10																	65
14.	งานสถาปัตย์ชั้น 11																	65
15.	งานสถาปัตย์ชั้น 12																	65
16.	งานสถาปัตย์ชั้น 13																	65
17.	งานสถาปัตย์ชั้น 14																	65
18.	งานสถาปัตย์ชั้น 15																	65
19.	งานสถาปัตย์ชั้น 16																	65
20.	งานสถาปัตย์ชั้น 17																	65
21.	งานสถาปัตย์ชั้น 18																	65
22.	งานสถาปัตย์ชั้น 19																	65
23.	งานสถาปัตย์ชั้น 20																	65
24.	งานสถาปัตย์ชั้น 21																	65
25.	งานสถาปัตย์ชั้น 22																	65
26.	งานสถาปัตย์ชั้น 23																	65
27.	งานสถาปัตย์ชั้น 24																	65
28.	งานสถาปัตย์ชั้น 25																	65
29.	งานสถาปัตย์ชั้น 26																	65
30.	งานสถาปัตย์ชั้น 27																	65
31.	งานสถาปัตย์ชั้น 28																	65
32.	งานสถาปัตย์ชั้น 29																	65
33.	งานสถาปัตย์ชั้นดาดฟ้า																	65
34.	งานทำความสะอาด																	120

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้างและแผนงานก่อสร้างโครงการ

ตารางที่ 5.17 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้า ของการก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL

วันที่	ภาพ	หมายเหตุ
15/08/2549		- ทำงานโครงสร้างอาคารชั้นที่ 1-6 แล้วเสร็จ กำลังเริ่มทำงานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 7 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นจอดรถถึงชั้นที่ 3
18/09/2549 (เริ่มเข้าทำการศึกษา)		- ทำงานโครงสร้างแล้วเสร็จถึงพื้นชั้นที่ 12 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนพักอาศัยถึงชั้นที่ 10
16/10/2549		- งานโครงสร้างแล้วเสร็จถึงพื้นชั้นที่ 20 - ติดตั้งงาน PRECAST ถึงชั้นที่ 14 - ติดตั้งงานหน้าต่างอลูมิเนียมถึงชั้นที่ 10 (งานติดตั้ง PRECAST เริ่มข้างล่าง)

วันที่	ภาพ	หมายเหตุ
10/11/2549		- งานโครงสร้างแล้วเสร็จถึงพื้นชั้นที่ 24 - ติดตั้งงาน PRECAST ถึงชั้นที่ 19 - ติดตั้งงานหน้าต่างอลูมิเนียมถึงชั้นที่ 15 (งานโครงสร้างและงานติดตั้ง PRECAST เริ่มช้าลง)
15/12/2549		- งานโครงสร้างแล้วเสร็จถึงพื้นชั้นที่ 27 - ติดตั้งงาน PRECAST ถึงชั้นที่ 23 - ติดตั้งงานหน้าต่างอลูมิเนียมถึงชั้นที่ 19
20/01/2550		- งานโครงสร้างแล้วเสร็จ 100 % - งาน PRECAST แล้วเสร็จ 100 % - งานติดตั้งหน้าต่างภายนอกแล้วเสร็จ 100 % - งานทาสี 75 % - งานสถาปัตย์ 85 %

วันที่	ภาพ	หมายเหตุ
22/02/2550		- เหลืองานระบบภายในอาคาร ชั้นที่ 26-29 - เหลืองานทาสีครั้งที่ 3 - เหลืองานเคลียร์ทำความสะอาด ทำถนนภายในอาคารคลับเฮาส์ และ จัดสวน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5.2 โครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

1. ผลการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดต้นทุนการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จากการศึกษาพบว่า ราคาค่อก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกอาคาร นั้น ประกอบด้วย ค่าชิ้นส่วนวัสดุค่าแรงติดตั้งและค่าแต่งผิว สำหรับงานอุดรอยต่อ และงานทาสีอาคาร ทางเจ้าของโครงการได้ว่าจ้างให้ผู้รับเหมารายอื่นเข้ามาดำเนินการต่อ ส่วนงานติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปสามารถเข้าไปดำเนินการพร้อมงานโครงสร้างได้ทันที มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.18 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนของงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน (บาท)		รวม (บาท)
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1.	แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	ตร.ม.	7,436	1,200	200	8,923,200.00	1,487,200.00	10,410,400.00
2.	งานแต่งผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	ตร.ม.	7,436	-	100	-	743,600.00	743,600.00
	รวม							11,154,000.00

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณชัยยศ วิศวกรติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

หมายเหตุ : วัสดุแต่งผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จัดเตรียมมาจากโรงงานผลิต

ตารางที่ 5.19 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน (บาท)		รวม (บาท)
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1.	งานอุดปิดรอยต่อด้วย BACKING LOT และ POLYURTHANE SEALANT (WHITE)	ตร.ม.	7,436	54	81	401,544.00	602,316.00	1,003,860.00
	รวม					401,544.00	602,316.00	1,003,860.00

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณชัยยศ วิศวกรติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ตารางที่ 5.20 แสดงราคาค่าก่อสร้างของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เฉพาะอาคาร B

ลำดับ	รายการ	ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	หมายเหตุ
1.	เตรียมงานก่อสร้าง	31,500,174.79	9%	
2.	งานโครงสร้าง	102,335,824.00	27%	- คิดงานเหล็กเสริมเพิ่ม
3.	งานตกแต่งผิวพื้น	6,145,155.00	2%	
4.	งาน PRECAST และงานตกแต่งผนัง PRECAST	11,154,000.00	3%	
5.	งาน SEALANT	1,003,860.00		
6.	งานผนังและตกแต่งผิวผนัง (ผนังอื่นๆ)	29,544,806.00	8%	
7.	งานฝ้าเพดาน	7,588,500.00	2%	
8.	งานประตู-หน้าต่างภายใน	13,583,491.00	4%	
9.	งานประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม	20,802,925.00	6%	- คิดงานกระจกอลูมิเนียมเพื่อเติมจาก BOQ.
10.	งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	17,152,630.00	5%	- คิดงานสุขภัณฑ์เพิ่ม
11	งาน GRC.	5,612,468.00	2%	
12.	งานทาสี	5,626,170.00	2%	
13.	งานเบ็ดเตล็ด	16,387,257.50	5%	
14.	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	52,984,998.00	14%	
15.	งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	34,284,038.00	10%	
16.	งานระบบระบายอากาศระบบอัดอากาศ	3,691,500.00	1%	
รวมเป็นเงิน		359,396,837.30	100 %	
กำไร 10 %		35,939,683.73		
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		25,157,778.61		
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		420,494,299.60		

ที่มา: จากการสำรวจโดยผู้วิจัยประกอบกับใบเสนอราคาค่าก่อสร้างโครงการของ บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน)

หมายเหตุ : งานเหล็กเสริมในโครงสร้าง งานประตูหน้าต่างอลูมิเนียมและงานสุขภัณฑ์ทางผู้วิจัยได้ประมาณราคาเพิ่มเติม โดยใช้จำนวนหน่วยที่ทางบริษัทได้ระบุแต่ไม่ได้เสนอราคาไว้

2. ผลการศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการที่ใช้ผนัง ค.ส.ล.

สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เฉพาะอาคารB

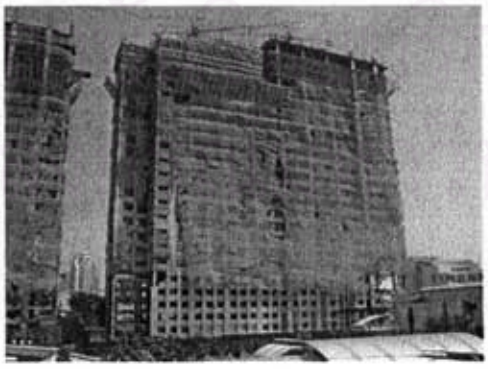
ที่	รายการ	2548				2549												2550					รวม
		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	(วัน)
1.	งานเข็มเจาะ																						67
2.	งานโครงสร้างฐานราก และคานพื้นชั้นที่ 1																						90
3.	งานโครงสร้างและงาน พื้น POSTENSION																						385
4.	งานผลิต PRECAST																						215
5.	งานติดตั้ง PRECAST																						245
6.	งาน SEALANT																						58
7.	งานก่อฉาบผนังภายใน																						295
8.	งานทาสี																						124
9.	งานระบบไฟฟ้า																						310
10.	งานระบบสุขาภิบาล																						310
11.	งานสถาปัตย์ชั้น 1-7 (ชั้นจอดรถ)																						85
12.	งานสถาปัตย์ชั้น 8																						104
13.	งานสถาปัตย์ชั้น 9																						105
14.	งานสถาปัตย์ชั้น 10																						150
15.	งานสถาปัตย์ชั้น 11																						165
16.	งานสถาปัตย์ชั้น 12																						146
17.	งานสถาปัตย์ชั้น 14																						138
18.	งานสถาปัตย์ชั้น 15																						140
19.	งานสถาปัตย์ชั้น 16																						110
20.	งานสถาปัตย์ชั้น 17																						130
21.	งานสถาปัตย์ชั้น 18																						130
22.	งานสถาปัตย์ชั้น 19																						129
23.	งานสถาปัตย์ชั้น 20																						129
24.	งานสถาปัตย์ชั้น 21																						130
25.	งานสถาปัตย์ชั้น 22																						130
26.	งานสถาปัตย์ชั้น 23																						130
27.	งานสถาปัตย์ชั้น 24																						132
28.	งานสถาปัตย์ชั้น 25																						130
29.	งานสถาปัตย์ชั้น 26																						131
30.	งานสถาปัตย์ชั้นที่ 27																						61
31.	งานลิฟต์																						51

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง และแผนการทำงาน ส่วนที่เหลือ ณ.วันที่ 22 ธ.ค. 2549 ของ บริษัท พรีบิลท์ จำกัด (มหาชน)

หมายเหตุ : ——— แผนงานเดิมที่ทำได้

..... แผนงานใหม่ ณ.วันที่ 22 ธ.ค. 2549

ตารางที่ 5.21 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้า ของการก่อสร้างโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เฉพาะอาคาร B

วันที่	ภาพ	หมายเหตุ
09/08/2549		- ทำงานโครงสร้างอาคาร แล้วเสร็จ ถึงชั้นที่ 13 ในโซน 3 และชั้น 17 ในโซน 4 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นจอดรถถึงชั้นที่ 5 - เริ่มติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นพักอาศัย ในชั้นที่ 7
16/09/2549 (เริ่มเข้าทำการศึกษา)		- ทำงานโครงสร้างอาคาร แล้วเสร็จ ถึงชั้นที่ 17 ในโซน 3 และชั้น 20 ในโซน 4 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นจอดรถแล้วเสร็จ 100 % - เริ่มติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นพักอาศัย ในชั้นที่ 12
10/11/2549		- ทำงานโครงสร้างอาคาร แล้วเสร็จ ถึงชั้นที่ 21 ในโซน 3 และชั้น 23 ในโซน 4 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นพักอาศัย ในชั้นที่ 18 - ติดตั้งงานหน้าต่างอลูมิเนียม ถึงชั้นที่ 11 - งานก่อฉาบผนังภายในถึงชั้นที่ 19

วันที่	ภาพ	หมายเหตุ
04/12/2550		- ทำงานโครงสร้างอาคาร แล้วเสร็จ ถึงชั้นที่ 24 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นพักอาศัย ในชั้นที่ 22 - ติดตั้งงานหน้าต่างอลูมิเนียม ถึงชั้นที่ 11 - งานก่อฉาบผนังภายในถึงชั้นที่ 23
16/01/2550		- ทำงานโครงสร้างอาคาร แล้วเสร็จ ถึงชั้นที่ 26 - ติดตั้งงาน PRECAST ส่วนชั้นพักอาศัย ในชั้นที่ 23 - ติดตั้งงานหน้าต่างอลูมิเนียม ถึงชั้นที่ 16 - งานก่อฉาบผนังภายในถึงชั้นที่ 25
15/02/2550		- แผนงานโครงการเสร็จ 80% (เนื่องจากทางโครงการได้มีการเปลี่ยนแปลงผู้รับเหมารายใหม่เข้ามา ดำเนินการก่อสร้างโครงการต่อ (เฉพาะอาคาร B) ทางผู้วิจัยจึงได้นำแผนการทำงานส่วนที่เหลือของผู้รับเหมาเดิมมาใช้ประกอบเป็นข้อมูลในงานวิจัย)

5.6 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างอาคาร

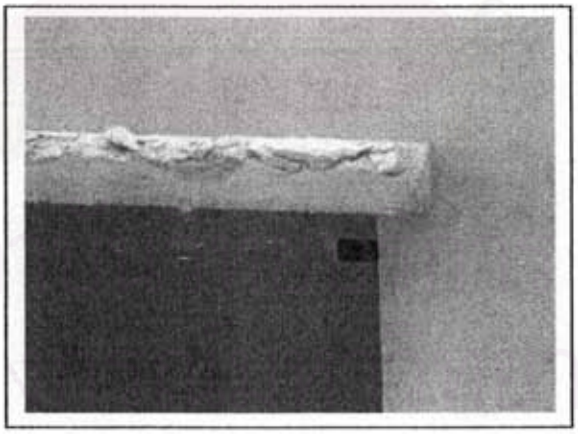
5.6.1 ปัญหาในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จากอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้น 5ปัญหาด้วยกันมีรายละเอียดดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

ภาพที่ 5. 93 แสดงความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังเอาไว้ในพื้นอาคาร

สาเหตุของปัญหา เกิดจากการติดตั้ง PLATE ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับแบบที่ระบุเอาไว้ใน SHOP DRAWING ระหว่างขั้นตอนการทำโครงสร้างพื้นอาคาร

2. เกิดความเสียหาย ขึ้นกับแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป



ภาพที่ 5.94 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

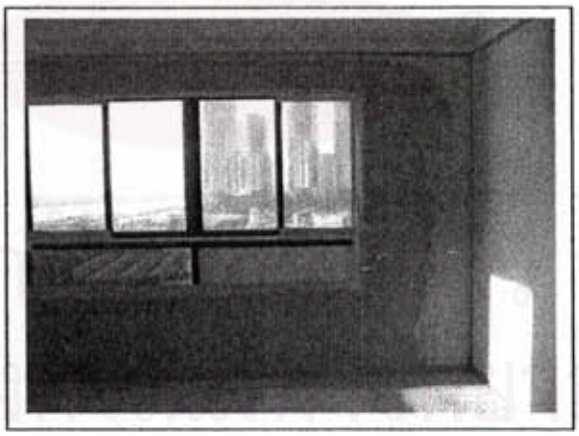
สาเหตุของปัญหา เกิดจากขั้นตอนการขนส่ง และ ยกประกอบติดตั้ง ขาดความระมัดระวัง ทำให้แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป กระทบกับตัวอาคาร และระหว่างตัวแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปเอง ทำให้เกิดความเสียหายขึ้น

3. การยกแผ่นขึ้นไปติดตั้งบนตัวอาคาร มีระยะเวลาจำกัด คือมีเวลาตั้งแต่ ตี5 ถึง 8 โมงเช้า และ 12.00 น.- 13.00 น. ในแต่ละวันเท่านั้นทำให้จำนวนแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ที่ยกขึ้นไปแขวนบนตัวอาคารมีจำนวนจำกัด

ภาพที่ 5.95 แสดงการยกแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ขึ้นไปแขวนติดตั้ง

สาเหตุของปัญหา เนื่องจากการยกแขวนแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ต้องใช้ทาวเวอร์เครนชุดเดียวกันกับทาวเวอร์เครนที่ใช้ในโครงการ ทำให้มีเวลาจำกัด ในการยกแขวนแผ่น

4. วงกบหน้าต่างอลูมิเนียมที่นำมาติดตั้ง ไม่สามารถใส่ได้พอดีกับ ขนาดของช่องหน้าต่าง ที่เตรียมเอาไว้



ภาพที่ 5.96แสดงการกรีดแต่งแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเพื่อให้สามารถใส่วงกบหน้าต่างอลูมิเนียมได้

สาเหตุของปัญหา เกิดจากขั้นตอนการผลิต แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป มีระยะความคลาดเคลื่อนเกินกว่าที่ได้กำหนดเอาไว้

5. ปัญหาของลำดับการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้าง

ภาพที่ 5.97 แสดงปัญหาของลำดับการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้าง

ภาพที่ 5.98 แสดงการกองเก็บวัสดุ รอการแขวนติดตั้ง

<u>สาเหตุของปัญหา</u> เกิดจากการวางแผนการหล่อ ที่ทำการหล่อเป็นชุดๆ ตามรหัสแผ่น (ส่วนใหญ่จะเป็นชุด ตามแนวตั้งของอาคาร) ทำให้การติดตั้งไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้างที่เสร็จเป็นชั้นๆ ตามแนวระนาบ จึงเกิดการกองแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ใน SITE งานก่อสร้าง

5.6.2 ปัญหาในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จากอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้น 5ปัญหาด้วยกันมีรายละเอียดดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

ภาพที่ 5.99 แสดงความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังเอาไว้ในพื้นอาคาร

สาเหตุของปัญหา เกิดจากการติดตั้ง PLATE ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับแบบที่ระบุเอาไว้ ระหว่างขั้นตอนการทำโครงสร้างพื้นอาคาร

2. เกิดความเสียหาย ขึ้นกับแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

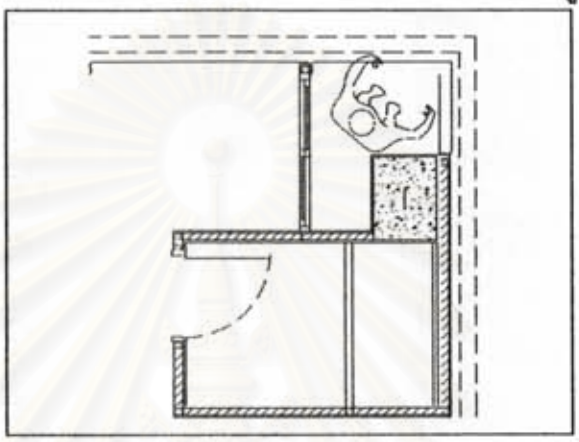
ภาพที่ 5.100 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

สาเหตุของปัญหา เกิดจากขั้นตอนการขนส่ง และ ยกประกอบติดตั้ง ขาดความระมัดระวัง ทำให้แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป กระทบกับตัวอาคาร และระหว่างตัวแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเอง ทำให้เกิดความเสียหายขึ้น

3. การยกแผ่นขึ้นไปติดตั้งบนตัวอาคาร มีระยะเวลาจำกัด

สาเหตุของปัญหา เนื่องจากการยกแขวนแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป มีช่วงเวลาในการใช้ทาวเวอร์เครนตรงกับงานหลักของทางโครงการ ทำให้เกิดอุปสรรคในการติดตั้งที่ต้องรอให้ทาวเวอร์เครนว่างจากงานโครงสร้างหลักก่อน จึงจะสามารถใช้ทาวเวอร์เครนยกแขวนชิ้นงานได้

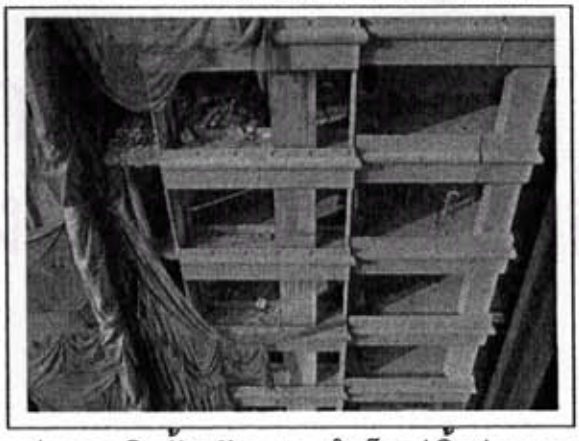
4. พื้นที่สำหรับทำงานติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมีไม่เพียงพอ



ภาพที่ 5.101 แสดงพื้นที่สำหรับทำงานติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมีไม่เพียงพอ

สาเหตุของปัญหา เกิดจากการทำงานข้ามขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้ คือมีการก่อผนังภายในก่อนที่จะทำการติดตั้ง แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เมื่อนำแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมาแขวนติดตั้ง ทำให้มีพื้นที่ทำงานไม่เพียงพอ ต้องใช้เวลาในการติดตั้งนานกว่าปกติ

5. ระยะคลาดเคลื่อนในการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมีสูง



ภาพที่ 5.102 แสดงการประกอบติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

สาเหตุของปัญหา เกิดจากการก่อสร้างอาคารที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ซึ่งมีรอยต่อมาก ทำให้เกิดระยะความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น

5.7 รายละเอียดของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐที่ได้จำลองจากแผนงานก่อสร้างเดิม

เนื่องจากให้งานวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาในด้านต้นทุน จึงทำการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างระหว่างระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการกับระบบผนังก่ออิฐ เพื่อให้เห็นถึง ข้อดี-ข้อด้อย อันจะเป็นประโยชน์และสามารถนำไปประกอบพิจารณาเลือกใช้ระบบผนังภายนอก ในการก่อสร้างอาคารสูงต่อไป

โดยในการจำลองนี้ผู้วิจัยได้ใช้แผนงานการก่อสร้างเดิมของ โครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด ที่เดิมจะใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร จากนั้นทางบริษัทผู้รับเหมาได้เสนอระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ในการก่อสร้างอาคารแทน เนื่องจากเหตุผลทางด้านระยะเวลา และลดการสูญเสียเศษวัสดุที่หน้างานก่อสร้าง โดยทางผู้วิจัยจะได้นำการจำลองนี้ไปเปรียบเทียบกับโครงการลุมพินีเพลส ที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL ที่มีลักษณะโครงการใกล้เคียงกับโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด ด้วย โดยรายละเอียดของแผนงานการก่อสร้างอาคารด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน มีดังนี้

5.7.1 รายละเอียดของแบบก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน

รายละเอียดของแบบก่อสร้าง เป็นแบบก่อสร้างที่กำหนดโดยทางผู้ออกแบบโครงการ โดยแบบลักษณะทางโครงสร้าง เป็นเสาค.ส.ล. งานพื้นเป็นพื้น POSTTENSION FLAT SLAB ผนังภายนอกเป็นผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน พร้อมเสาเอ็นทับหลัง

5.7.2 ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน

จากการศึกษาแผนงานการก่อสร้างเดิมของโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด ด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน พบว่าราคาค่าก่อสร้างในส่วนผนังภายนอก เป็นราคาต่อหน่วยที่ได้จากการประมาณราคาของวัสดุและแรงงานที่จะใช้ในการก่อสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.22 แสดงราคาต่อหน่วยที่ได้จากการประมาณราคาของวัสดุและแรงงานที่จะใช้ในการก่อสร้าง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคา (บาท)		รวม (บาท)
				วัสดุ	แรงงาน	
1.	ผนังก่ออิฐมอญ ครึ่งแผ่น พร้อมเสาเอ็น	ตร.ม.	1	225.00	88.00	313.00
2.	ผนังฉาบปูนเรียบภายนอก	ตร.ม.	1	85.00	160.00	245.00
3.	ผนังฉาบปูนเรียบภายใน	ตร.ม.	1	55.00	80.00	135.00
	รวม			**365.00**	**328.00**	**693.00**

ที่มา: จากราคาค่าก่อสร้างของแผนงานก่อสร้างเดิมโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด (สยาม-ปทุมวัน)

5.7.3 ระยะเวลาที่ใช้ก่อสร้างผนังภายนอกด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน

ระยะเวลาที่ใช้ก่อสร้างผนังภายนอกอาคารได้นำสถิติข้อมูล อ้างอิงมาจาก กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักอำนวยการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ในหัวข้อสถิติการทำงานของช่าง มาใช้ประกอบในการศึกษา โดยเป็นปริมาณงานที่ช่างสามารถทำได้ต่อวัน โดยมีข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 5.23 แสดงสถิติการทำงานของช่างต่อวัน

ลำดับ	ชนิดงาน	จำนวนคน	ได้งาน	หมายเหตุ
1.	ก่ออิฐครึ่งแผ่น ระยะสูง	1	500 แผ่น (ประมาณ 3.60 ตร.ม.)	พื้นที่ 1 ตร.ม. ใช้อิฐมอญ 138 แผ่น (รวมวัสดุอื่นๆและเผื่อความเสียหายแล้ว)
2.	ฉาบปูนผนัง	1	4 ตร.ม.	ฉาบ 2 ด้าน

ที่มา: จากกลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักอำนวยการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ทำการจำลองระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐ ของโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด โดยมีพื้นที่ผนังภายนอกในส่วนพักอาศัยเท่ากับ 245.50 ตร.ม./ ชั้น (เท่ากับพื้นที่ผนังคสล.สำเร็จรูป) สำหรับการคิดระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานผนังภายนอกอาคาร ต่อจำนวน 1 ชั้นอาคาร ทำการสมมติให้มีจำนวนแรงงานเท่ากับจำนวนแรงงานติดตั้งของการก่อสร้างด้วยระบบผนังคสล.สำเร็จรูปจากโครงการเดียวกันเป็นจำนวน 10 คน โดยสามารถทำงานผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นในระยะสูงได้วันละ 3.60 ตร.ม./ คน รวมเป็น 36.00 ตร.ม. ต่อวัน และทำงานฉาบปูนผนัง(2ด้าน)ได้วันละ 4 ตร.ม./ คน รวมเป็น 40.00 ตร.ม. ต่อวัน มีรายละเอียดดังนี้

- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ทำงานผนังก่ออิฐต่อ 1 ชั้นอาคาร

$$\frac{\text{พื้นที่ผนังภายนอกอาคารส่วนพักอาศัย (ต่อ 1 ชั้น)}}{\text{ปริมาณงานก่ออิฐที่ทำได้ใน 1 วัน}} = \frac{245.50}{36.00} = 6.8 \text{ วัน}$$

สรุป ระยะเวลาที่ใช้ทำงานผนังก่ออิฐนอกอาคารใช้เวลารวม 7 วัน/ ชั้น

- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ทำงานฉาบปูนผนังต่อ 1 ชั้นอาคาร

$$\frac{\text{พื้นที่ผนังภายนอกอาคารส่วนพักอาศัย (ต่อ 1 ชั้น)}}{\text{ปริมาณงานฉาบปูนผนังที่ทำได้ใน 1 วัน}} = \frac{245.50}{40.00} = 6.2 \text{ วัน}$$

สรุป ระยะเวลาที่ใช้ทำงานฉาบปูนผนังนอกอาคารใช้เวลารวม 7 วัน/ ชั้น

รวมระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกด้วยการก่ออิฐเท่ากับ 14 วัน/ ชั้น

บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ ทางด้านขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง แรงงานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง และปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลต่างๆ ของการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร จากการก่อสร้างจริงของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL กับ โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT นำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบถึงข้อดี-ข้อด้อยในรายละเอียดต่างๆ และเปรียบเทียบกับรายละเอียดในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐ ที่จำลองขึ้นมา จากแผนงานก่อสร้างเดิม ของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นเรื่องต่างๆ ได้ดังนี้

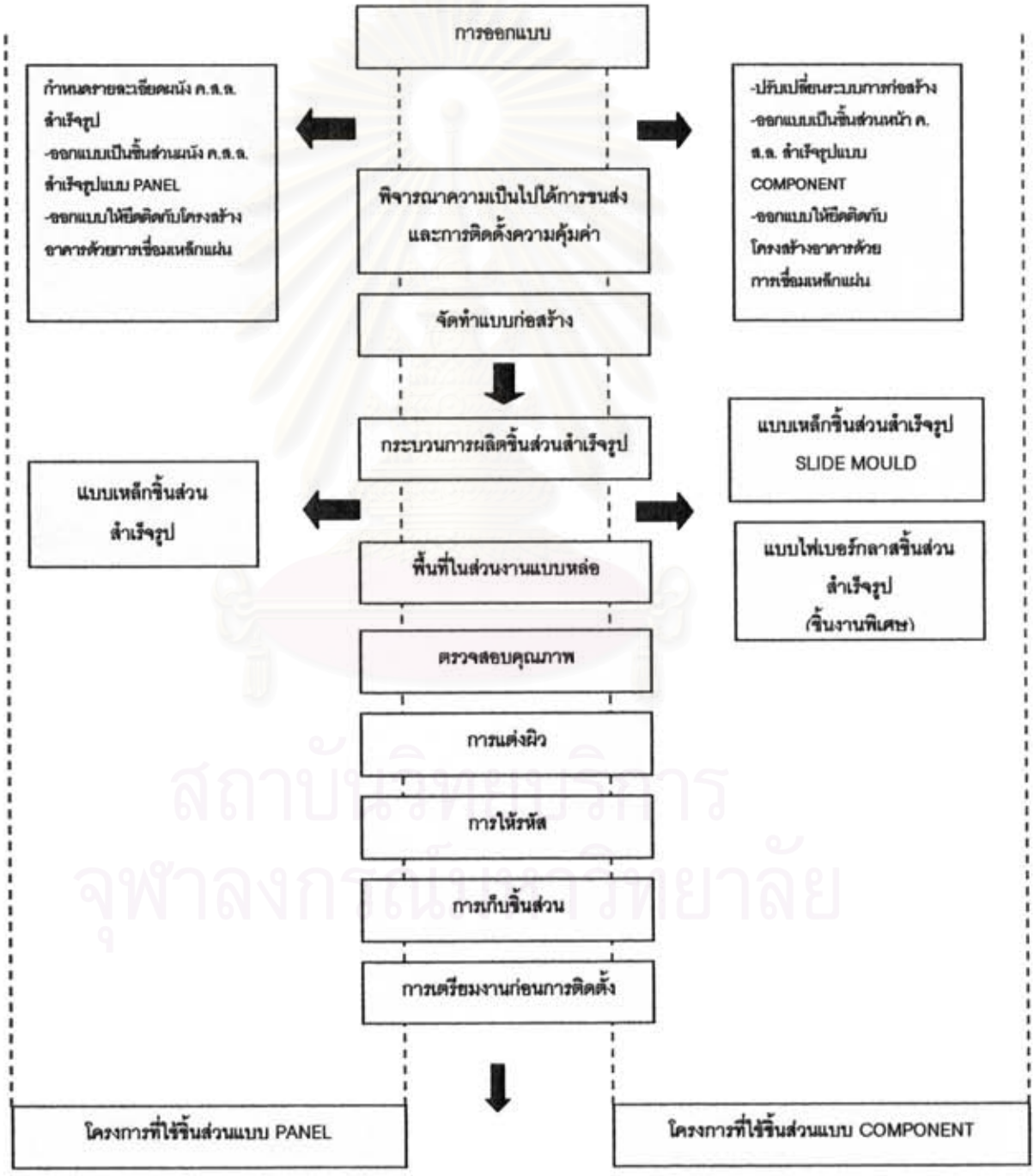
6.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง

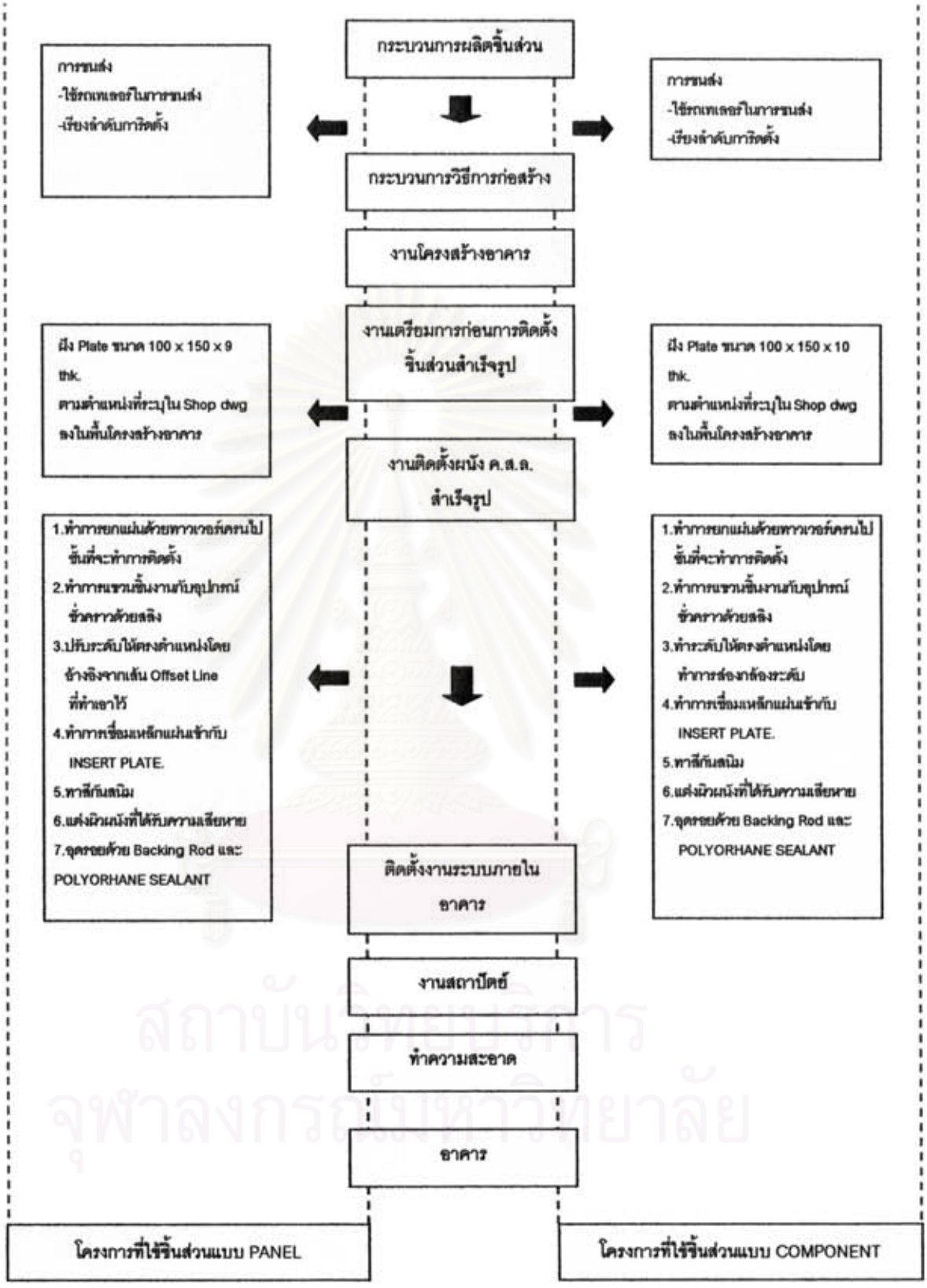
จากการศึกษาการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูประหว่าง โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT พบว่ามีขั้นตอนการก่อสร้างที่คล้ายกันจะแตกต่างกันตรงที่การทำแผนงานดำเนินการก่อสร้าง โดยโครงการ ที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL จะมีการทำเส้น VERTICAL OFF SET และ เส้น HORIZONTAL OFF SET เอาไว้เพื่อเป็นแนวเช็คระดับในการติดตั้ง ซึ่งการติดตั้งจะทำการเช็คแนวระดับโดยอาศัยระดับน้ำทำให้สามารถช่วยร่นระยะเวลาในการติดตั้งลงได้ แตกต่างกับโครงการ ที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะต้องทำการส่องกล้องระดับทุกครั้งที่ทำการติดตั้ง ทำให้แผนการติดตั้งล่าช้ากว่าที่กำหนด และข้อจำกัดในการใช้การก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปคือต้องทำก่อนงานภายในอาคารส่วนอื่นๆ เพราะต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับทำงานติดตั้ง

ผลการศึกษาขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ มีขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆ ในการก่อสร้างแตกต่างกับการก่อสร้างอาคารสูงที่ใช้ระบบเดิม (ระบบผนังก่ออิฐ) ตั้งแต่ขั้นตอนงานเตรียมการ งานที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จะต้องให้ความสำคัญในเรื่องการออกแบบขนาดชิ้นส่วน รอยต่อ การขนส่ง งานเตรียมการและงานวางแผนการติดตั้ง โดยจะต้องถูกต้องตามแผนงานที่วางเอาไว้เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปอย่างเต็มประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่างานที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จะมีการทำงานจำกัดในเรื่องของชิ้นส่วนที่ต้องมีความสัมพันธ์กันในขั้นตอนของ

การเตรียมงานติดตั้งในงานโครงสร้างกับชิ้นส่วนที่จะนำมาติดตั้ง ซึ่งแตกต่างกับงานที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐที่จะมีความยืดหยุ่นในการก่อสร้างมากกว่า สามารถนำอิฐและวัสดุก่อฉาบมาใช้ทดแทนกันได้ และในเรื่องของแรงงานและอุปกรณ์การก่อสร้าง งานที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในงานเชื่อมมาใช้ในงานก่อสร้างอย่างน้อย 1 คนต่อ 1 ทีมงาน ส่วนงานที่ก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐในเรื่องของแรงงานและอุปกรณ์ต่างๆ ค่อนข้างจะหาง่ายกว่า งานก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

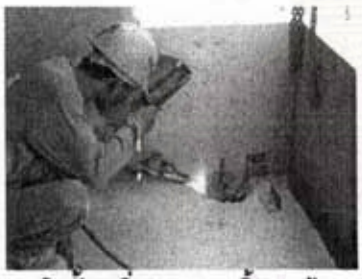
แผนภูมิที่ 6.1 แสดงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ทั้ง 2 โครงการ

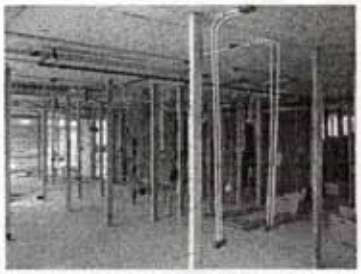



กระบวนการผลิตชิ้นส่วน
การขนส่ง
-ใช้รถเทเลอร์ในการขนส่ง
-เรียงลำดับการติดตั้ง
การขนส่ง
-ใช้รถเทเลอร์ในการขนส่ง
-เรียงลำดับการติดตั้ง
กระบวนการวิธีการก่อสร้าง
งานโครงสร้างอาคาร
งานเตรียมการก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป
ฝัง Plate ขนาด 100 x 150 x 9 thk.
ตามตำแหน่งที่ระบุใน Shop dwg
ลงในพื้นโครงสร้างอาคาร
ฝัง Plate ขนาด 100 x 150 x 10 thk.
ตามตำแหน่งที่ระบุใน Shop dwg
ลงในพื้นโครงสร้างอาคาร
งานติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
1.ทำการยกแผ่นด้วยทาวเวอร์เครนไปยังที่จะทำการติดตั้ง
2.ทำการแขวนชิ้นงานกับอุปกรณ์ชั่วคราวด้วยสลิง
3.ปรับระดับให้ตรงตำแหน่งโดยอ้างอิงจากเส้น Offset Line ที่ทำเอาไว้
4.ทำการเชื่อมเหล็กแผ่นเข้ากับ INSERT PLATE.
5.ทาสีกันสนิม
6.แต่งผิวผนังที่ได้รับความเสียหาย
7.อุดรอยด้วย Backing Rod และ POLYORHANE SEALANT
1.ทำการยกแผ่นด้วยทาวเวอร์เครนไปยังที่จะทำการติดตั้ง
2.ทำการแขวนชิ้นงานกับอุปกรณ์ชั่วคราวด้วยสลิง
3.ทำระดับให้ตรงตำแหน่งโดยทำการส่องกล้องระดับ
4.ทำการเชื่อมเหล็กแผ่นเข้ากับ INSERT PLATE.
5.ทาสีกันสนิม
6.แต่งผิวผนังที่ได้รับความเสียหาย
7.อุดรอยด้วย Backing Rod และ POLYORHANE SEALANT
ติดตั้งงานระบบภายในอาคาร
งานสถาปัตย์
ทำความสะอาด
อาคาร
โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL
โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ตารางที่ 6.1 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ กับการก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐ

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วน แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT	การก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐ (จากการจำลองแผนงานก่อสร้างเดิม โครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด)
1.งานฐานราก	งานฐานรากเป็นงานก่อสร้างที่เหมือนกับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป	งานฐานรากเป็นงานก่อสร้างที่เหมือนกับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป	งานฐานราก เป็นงานก่อสร้างที่เหมือนกับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป
2.งานโครงสร้างอาคาร	 โครงสร้างเสาค.ส.ล.หล่อในที่ พื้นเป็นพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง (PRESTRESSED POSTTENSION FLAT SLAB) ระหว่างการทำโครงสร้างพื้นจะมีการฝัง INSERT PLATE ขนาด 100x150x9 มม.ไว้ตามตำแหน่งที่ระบุใน SHOP DRAWING เพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมยึดแผ่นผนังค.ส.ล.ที่จะนำมาติดตั้ง ทำการเซ็ดแนวพื้นที่ยื่นเกินระยะติดตั้งเพื่อทำการแก้ไข ทำการเซ็ดแนวเส้น VERTICAL OFF SET และ เส้น HORIZONTAL OFF SET เอาไว้เพื่อเซ็ดแนวระดับในขั้นตอนติดตั้ง - การฝัง PLATE ใช้ช่างชุดเดียวกับกับชุดติดตั้ง 2 ชุด รวม 8 คน - การฝัง PLATE ใช้เวลาประมาณ 1 วัน	 โครงสร้างเสาค.ส.ล.หล่อในที่ พื้นเป็นพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง (PRESTRESSED POSTTENSION FLAT SLAB) ระหว่างการทำโครงสร้างพื้นจะมีการฝัง INSERT PLATE ขนาด 100x150x10 มม.ไว้ตามตำแหน่งที่ระบุใน SHOP DRAWING เพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมยึดแผ่นผนังค.ส.ล.ที่จะนำมาติดตั้ง ทำการเซ็ดแนวพื้นที่ยื่นเกินระยะติดตั้งเพื่อทำการแก้ไข - การฝัง PLATE ใช้ช่างชุดเดียวกับกับชุดติดตั้ง 2 ชุดรวม 10 คน - การฝัง PLATE ใช้เวลาประมาณ 1 วัน	โครงสร้างเสาค.ส.ล.หล่อในที่ พื้นเป็นพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง (PRESTRESSED POSTTENSION FLAT SLAB)

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วน แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT	การก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐ (จากการจำลองแผนงานก่อสร้างเดิม โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด)
3. งานเตรียมการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร	 ทำการผลิตชิ้นส่วนผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป จากโรงงานผลิต เพื่อเตรียมสำหรับการติดตั้ง และจะทำการขนส่งจากโรงงานมา SITE งานก่อสร้างโดยรถเทลเลอร์หรือรถบรรทุกสิบล้อ ปริมาณขนส่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณที่จะทำการติดตั้ง - ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตและจัดส่ง รวม 1,768 ชิ้น คิดเป็นพื้นที่ 9,785 ตร.ม.	 ทำการผลิตชิ้นส่วนผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป จากโรงงานผลิต เพื่อเตรียมสำหรับการติดตั้ง และจะทำการขนส่งจากโรงงานมา SITE งานก่อสร้างโดยรถบรรทุกสิบล้อหรือรถเทลเลอร์ ปริมาณขนส่งจะขึ้นอยู่กับ LOT ที่จะทำการติดตั้ง - ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตและจัดส่ง รวม 1,572 ชิ้น คิดเป็นพื้นที่ 7,436 ตร.ม.	จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับงานก่อผนังภายนอกอาคาร วัสดุที่ใช้จะเป็นอิฐมอญ ปูนทราย สำหรับทำการก่อฉาบผิวอาคาร
4. งานก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร	 การติดตั้งจะเริ่มจากการยกชิ้นงานด้วยทาวเวอร์เครน มาแขวนเอาไว้กับจุดแขวนขั่วคราว (เหล็ก DB 12 เชื่อมติดกับ PLATE) ด้วยลวดสลิง 3/8" และใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับ โดยเช็คแนวระดับด้วยระดับน้ำและตลับเมตรจากแนวเส้น VERTICAL OFFSET และ เส้น HORIZONTAL OFFSET ที่ทำการเช็คระดับอ้างอิงเอาไว้ตั้งแต่งานโครงสร้าง	 การติดตั้งจะเริ่มจากการยกแผ่นด้วยทาวเวอร์เครน มาแขวนเอาไว้กับจุดแขวนขั่วคราว (เหล็ก DB 12 เชื่อมติดกับ PLATE) ด้วยลวดสลิง 12 มม.และ 16 มม. และใช้รอกโซ่เป็นตัวปรับระดับ โดยเช็คระดับแนวดิ่งจากเส้น HORIZONTAL OFFSET ที่ทำเอาไว้ สำหรับการเช็คแนวระนาบจะทำการส่องกล้องระดับทุกครั้ง (ทางโครงการไม่ได้ทำแนว เส้น VERTICAL OFFSET เอาไว้ ทำให้ ต้องส่องกล้องระดับ ทำให้ใช้เวลาการติดตั้งเพิ่มขึ้น)	ทำการก่อผนังอาคารตามไปกับงานโครงสร้าง มีความยืดหยุ่นในการทำงานมากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป สามารถเริ่มงานจากตรงไหนก่อนก็ได้ การก่อฉาบจะทำจากภายนอกอาคารโดยอาศัยการโยงตัวของกระเช้านั่งร้านจากด้านบนลงมา - การก่อสร้างเกิดการตกหล่นและสูญเสียเศษวัสดุ ที่หน้างานก่อสร้าง

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วน แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT	การก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐ (จากการจำลองแผนงานก่อสร้างเดิม โครงการ ซิตี้ สมาร์ท คอนโด)
	เมื่อทำการปรับระดับให้เข้าที่แล้วจะทำการเชื่อม เหล็กขนาด 75x150x9 มม. และ 75x125x9 มม. เข้ากับ INSERT PLATE และชิ้นงาน ทำการทาสีกันสนิม และแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่เกิดความเสียหาย จากนั้นทำการอุดรอยต่อด้วย BACKING ROD และ POLYURETHANE SEALANT - ชุดติดตั้ง 2 ชุด รวม 9 คน - ผนัง 1 ชิ้นงานใช้เวลายกแขวนประมาณ 10 นาที (ขึ้นอยู่กับความสูงในการยกติดตั้ง) - ผนัง 1 ชิ้นงานใช้เวลาปรับระดับและเชื่อมติดตั้งประมาณ 45 นาที	เมื่อทำการปรับระดับให้เข้าที่แล้วจะทำการเชื่อม เหล็กขนาด 100x100x12 มม. เข้ากับ INSERT PLATE และชิ้นงาน ทำการทาสีกันสนิม และแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่เกิดความเสียหาย จากนั้นทำการอุดรอยต่อด้วย BACKING ROD - ชุดติดตั้ง 2 ชุดรวม 11 คน - ผนัง 1 ชิ้นงานใช้เวลายกแขวนประมาณ 10 นาที(ขึ้นอยู่กับความสูงในการยกติดตั้ง) - ผนัง 1 ชิ้นงานใช้เวลาปรับระดับและเชื่อมติดตั้งประมาณ 60 นาที	- แรงงาน 1 คนสามารถทำงานผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ระยะสูงได้วันละ 3.6 ตร.ม. โดยประมาณ - แรงงาน 1 คนสามารถทำงานฉาบผนังได้วันละ 4-5 ตร.ม. (ฉาบ 2 ด้าน)
5. งานระบบอาคาร	 งานระบบต่างๆ ของอาคาร จะประกอบไปด้วย งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย ซึ่งงานระบบเหล่านี้จะมีขั้นตอนและวิธีการติดตั้งเช่นเดียวกันกับการก่อสร้างทั่วไป ขั้นตอนของการติดตั้งงานระบบจะทำหลังจากการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปแล้วเสร็จแล้ว เนื่องจากในการติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปต้องการพื้นที่ว่างในการทำงาน	 งานระบบต่างๆ ของอาคาร จะประกอบไปด้วย งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย ซึ่งงานระบบเหล่านี้จะมีขั้นตอนและวิธีการติดตั้งเช่นเดียวกันกับการก่อสร้างทั่วไป ในขั้นตอนของการติดตั้งงานระบบการก่อสร้างบางส่วนได้มีการติดตั้งงานระบบไปก่อนทำให้งานติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จึงทำให้เกิดอุปสรรคขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	งานระบบต่างๆ ของอาคาร จะประกอบไปด้วย งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย ซึ่งงานระบบเหล่านี้จะมีขั้นตอนและวิธีการติดตั้งเช่นเดียวกันกับการก่อสร้างทั่วไป และสามารถทำไปพร้อมกับงานก่อผนังภายนอกอาคารได้

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วน แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT	การก่อสร้างด้วยผนังก่ออิฐ (จากการจำลองแผนงานก่อสร้างเดิม โครงการ จิตี้ สมาร์ท คอนโด)
6. งานสถาปัตยกรรม	งานสถาปัตยกรรม ใช้วิธีการก่อสร้างเช่นเดียวกับงานสถาปัตยกรรมทั่วไป ประกอบไปด้วย งานพื้น งานผนังภายใน งานประตู-หน้าต่าง งานตกต่งภายใน เป็นต้น จะแตกต่างจากงานทั่วไปตรงที่ลำดับของการทำงาน คืองานสถาปัตยกรรมต้องทำหลังจากการติดตั้งงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำก่อนไม่ได้ และในขั้นตอนการติด FRAME หน้าต่างอลูมิเนียมเกิดปัญหาเฟรมใส่ไม่พอดีกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปที่มีการทำช่องหน้าต่างเอาไว้ การแก้ไขต้องทำการแก้ไขที่แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ไม่สามารถแก้ไขที่ FRAME หน้าต่างได้	งานสถาปัตยกรรม ใช้วิธีการก่อสร้างเช่นเดียวกับงานสถาปัตยกรรมทั่วไป ประกอบไปด้วย งานพื้น งานผนังภายใน งานประตู-หน้าต่าง งานตกต่งภายใน เป็นต้น ในการก่อสร้างโครงการบางส่วนได้มีการก่อผนังภายในอาคารก่อนการติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จึงทำให้เกิดอุปสรรคขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	งานสถาปัตยกรรม ใช้วิธีการก่อสร้างเช่นเดียวกับงานสถาปัตยกรรมทั่วไปประกอบไปด้วย งานพื้น งานผนังภายใน งานประตู-หน้าต่าง งานตกต่งภายใน เป็นต้น

สรุปบทวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนของการก่อสร้างอาคาร ระหว่างโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL กับโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่า มีขั้นตอนการก่อสร้างที่คล้ายกัน แตกต่างกันตรงแผนงานก่อสร้างโดยโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL จะมีการทำเส้น VERTICAL OFFSET และเส้น HORIZONTAL OFFSET เอาไว้เพื่อเป็นแนวเช็คระดับในการติดตั้งสามารถช่วยร่นระยะเวลาในการติดตั้งลงได้ ขณะที่โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะทำเฉพาะเส้น HORIZONTAL OFFSET เพื่อเช็คระดับแนวดิ่ง ส่วนการเช็คระดับแนวระนาบจะใช้การส่องกล้องระดับ ทำให้ใช้เวลาติดตั้งเพิ่มขึ้นและเมื่อเทียบในปริมาณพื้นที่เท่ากัน การก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีปริมาณงานที่ทำมากกว่า เนื่องจากต้องทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนมากกว่า

สำหรับขั้นตอนของการก่อสร้างอาคารด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ มีส่วนงานที่แตกต่างและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขั้นตอน ในการทำงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมภายนอก ระยะเวลาในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง แรงงาน

และอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับขั้นตอนการติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการจะมีอยู่ทั้งหมด 5 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป/ งานเตรียมการติดตั้งในงานโครงสร้างพื้นอาคาร/ งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป/ งานตรวจสอบคุณภาพ/ งานอุดปิดรอยต่อระหว่างแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป และงานทาสีภายนอกอาคารเป็นลำดับสุดท้าย

สรุปคือ การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL และชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีขั้นตอนในการก่อสร้างที่คล้ายๆ กัน และเมื่อเปรียบเทียบในปริมาณงานที่เท่ากันการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีปริมาณงานที่ต้องทำมากกว่า เนื่องจากจะต้องประกอบติดตั้งมากกว่าชิ้นส่วนแบบ PANEL และการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปมีขั้นตอนในการก่อสร้างหลายขั้นตอน แต่จะมีความรวดเร็วในการก่อสร้างมากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ ที่มีขั้นตอนน้อยแต่ใช้เวลาในการทำงานมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปก็ยังมีข้อด้อยในเรื่องของแผนการทำงานที่ต้องทำตามขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้ ไม่สามารถยืดหยุ่นได้ และขั้นตอนการทำงานส่วนต่างๆ ต้องอาศัยผู้ประกอบการที่มีความชำนาญ

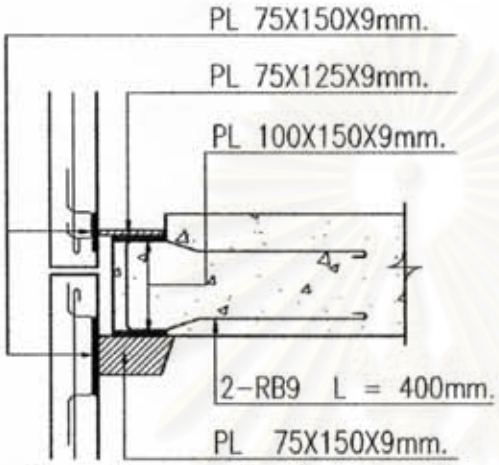
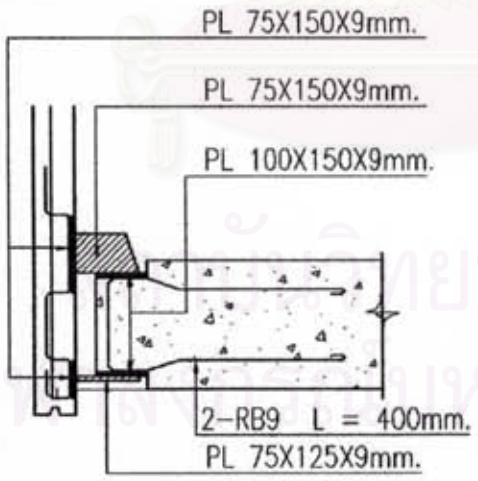
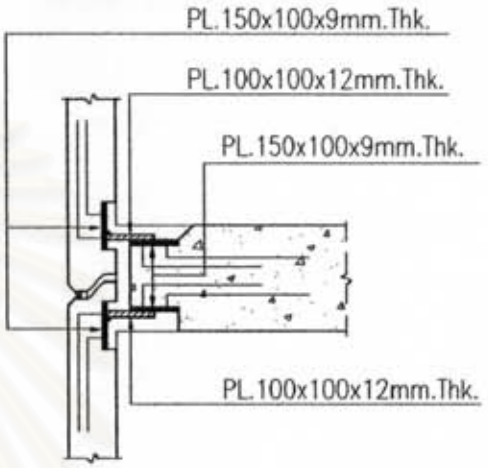
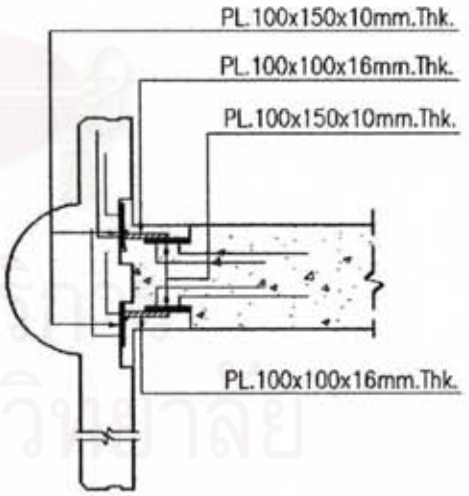
6.2 การวิเคราะห์ด้านเทคนิคในการก่อสร้าง

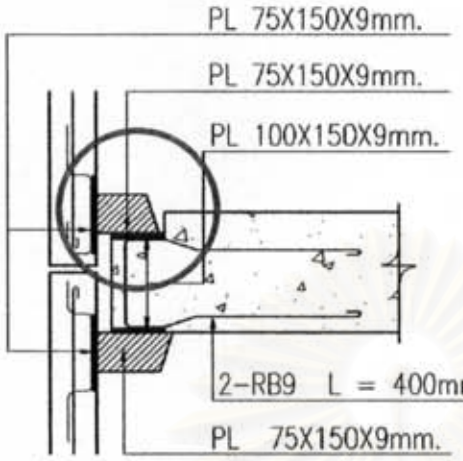
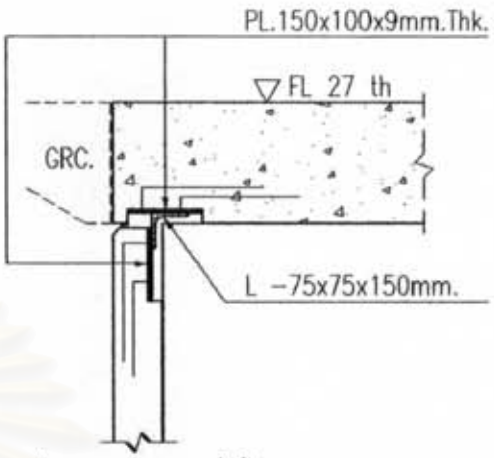
จากการศึกษาเทคนิคต่างๆในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป สามารถนำมาสรุปและวิเคราะห์เทคนิคในการก่อสร้างอาคารออกเป็นเรื่องของ การออกแบบแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป, รอยต่อทางโครงสร้าง, รอยต่อแผ่น ค.ส.ล.สำเร็จรูปและการอุดรอยต่อ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่าง โครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL และโครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เพื่อให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อย ได้ดังนี้

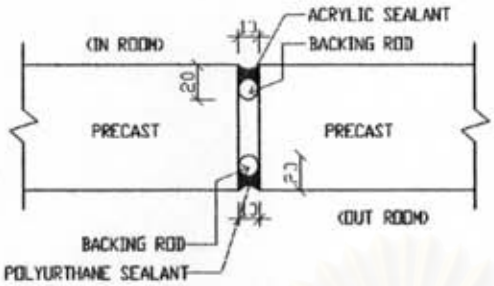
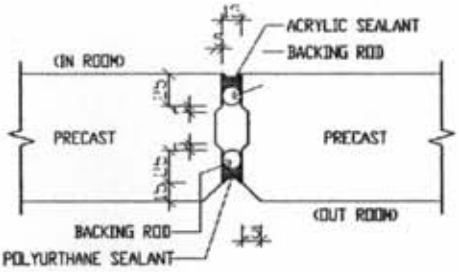
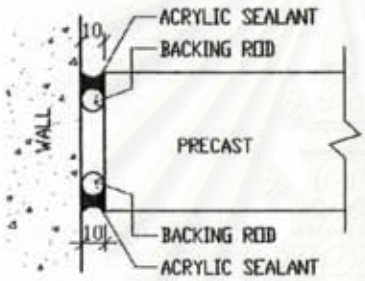
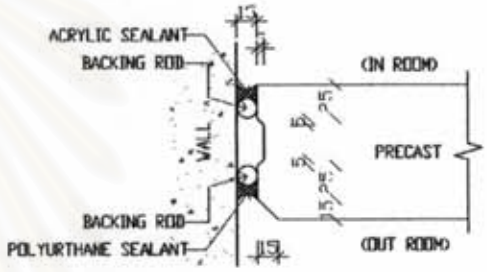
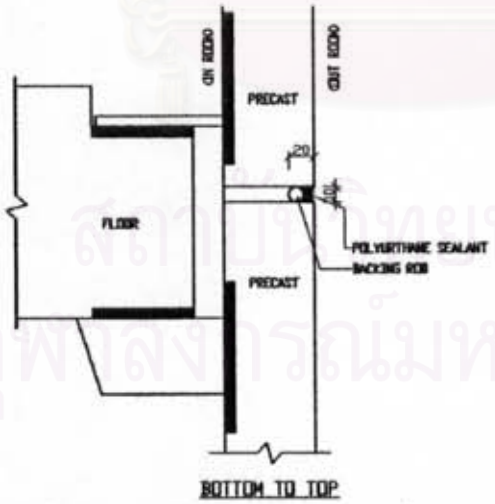
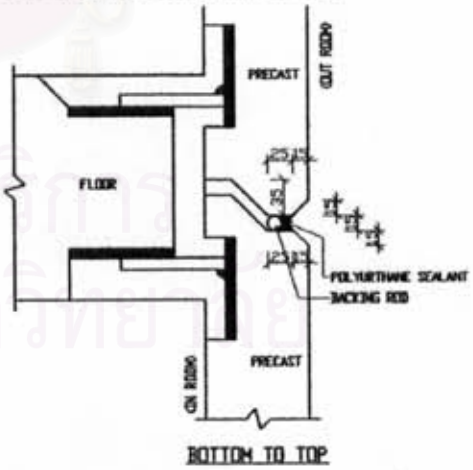
6.2.1 การวิเคราะห์การออกแบบ, รอยต่อทางโครงสร้าง, รอยต่อแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปและการอุดรอยต่อ

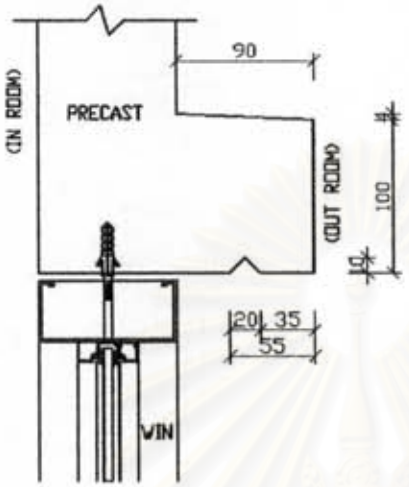
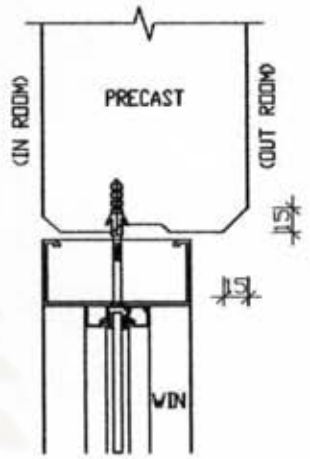
ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้าง

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วน แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT
1.การออกแบบแผ่นผนังคส.สำเร็จรูป	การออกแบบได้กำหนดรูปแบบของชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นชิ้นส่วนแบบ PANEL และแบบ COMPONENT โดยชิ้นส่วนแบบ PANEL จะทำการติดตั้งได้เร็ว และลดเส้นรอยต่อบนเปลือกผนังอาคารลงได้ แต่ต้องระมัดระวังและมีข้อจำกัดในการขนส่งและยกแขวนติดตั้ง เนื่องจากขนาดและน้ำหนักของชิ้นงาน	การออกแบบได้กำหนดรูปแบบของชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ทั้งหมด การติดตั้งจะทำได้ช้า เนื่องจากชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีการประกอบชิ้นส่วนมากกว่าแบบ PANEL เมื่อเทียบในปริมาณพื้นที่เท่ากัน และจะเกิดเส้นรอยต่อบนเปลือกผนังอาคารที่มีจำนวนมากกว่า

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT
2. รอยต่อทางโครงสร้าง	รอยต่อในส่วนนี้จะมีความสำคัญมากต่อการแขวนติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป กับตัวอาคาร เป็นการเชื่อมยึดด้วย PLATE เหล็กระหว่าง INSERT PLATE กับ PLATEที่ฝังในชิ้นงาน ลักษณะเป็นการเชื่อมด้วย PLATE เหล็กขนาด 75x150x9 มม. และ PLATE เหล็กขนาด 75x125x9 มม. แบ่งได้เป็น 3 กรณีดังนี้  กรณีที่ 1 เกิดขึ้นกับลักษณะชิ้นงานที่ต่อกันทางแนวตั้ง (Panel และ Vertical Component) ลักษณะจะเป็นการแขวนโดยที่จุดยึดด้านบนจะเป็นตัวรับน้ำหนักของชิ้นงาน ในขณะที่จุดยึดด้านล่างมีไว้เพื่อยึดไม่ให้ชิ้นงานมีการเคลื่อนไหว  กรณีที่ 2 เกิดขึ้นกับชิ้นงานที่เป็นชิ้นส่วนผนังส่วนระเบียง โดยการรับน้ำหนักจะอยู่ที่จุดยึดด้านบน	รอยต่อในส่วนนี้จะมีความสำคัญมากต่อการแขวนติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป กับตัวอาคาร เป็นการเชื่อมยึดด้วย PLATE เหล็กระหว่าง INSERT PLATE กับ PLATEที่ฝังในชิ้นงาน ลักษณะเป็นการเชื่อมด้วย PLATE เหล็กขนาด 100x100x12 มม.และPLATE เหล็กขนาด 100x100x16 มม. แบ่งได้เป็น 3 กรณีดังนี้  กรณีที่ 1 เกิดขึ้นกับชิ้นงานที่ต่อกันทางแนวตั้ง (Vertical Component) จะเป็นการแขวนโดยที่จุดยึดด้านบนจะเป็นตัวรับน้ำหนักของชิ้นงาน ในขณะที่จุดยึดด้านล่างมีไว้เพื่อยึดไม่ให้ชิ้นงานมีการเคลื่อนไหว  กรณีที่ 2 เกิดขึ้นกับลักษณะชิ้นงาน PCA. ซึ่งเป็นชิ้นส่วนผนังอาคารที่มีส่วนโค้งทางสถาปัตยกรรม การรับน้ำหนักจะมีอยู่ที่ จุดยึดด้านบนและด้านล่าง

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT
	 กรณีที่ 3 เป็นการรวมกรณีที่ 1 กับกรณีที่ 2 ในกรณีที่ 3 นี้ บนชั้นดาดฟ้าอาคาร ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนงานเกราท์ปูนบริเวณช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนกับพื้นอาคาร เนื่องจากเป็นจุดที่อาจเกิดการรั่วซึมของน้ำเข้าสู่อาคารได้ - เป็นรอยต่อแบบยึดแน่น (Fixed Joint) - การแขวนยึดแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปทั่วไปจะเป็นการแขวนโดยที่จุดยึดด้านบนจะเป็นตัวรับน้ำหนักของชิ้นงาน	 กรณีที่ 3 เป็นการติดตั้งชิ้นงานบนสุดของอาคาร โดยปลายด้านบน แนวพื้นจะยื่นออกมาปิดแนวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปเอาไว้ และจะทำการตกแต่งขอบอาคารด้วย GRC. ตามแบบสถาปัตยกรรม แนวพื้นที่ยื่นออกมาสามารถป้องกันจากการปะทะของน้ำฝนโดยตรงได้ - เป็นรอยต่อแบบยึดแน่น (Fixed Joint)
3. รอยต่อแผ่นผนังคสล. สำเร็จรูป และการอุดรอยต่อ	รอยต่อแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป กำหนดให้มีระยะรอยต่อเท่ากับ 10 มม. และกำหนดค่าระยะความคลาดเคลื่อนของการติดตั้งในแนวนอนเท่ากับ+/- 5 มม. สำหรับแผ่นที่มีความยาวน้อยกว่า 2.00 ม. และ +/- 8 มม. สำหรับแผ่นที่มีความยาวเกิน 2.00 ม. ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวระนาบแผ่นเท่ากับ +/- 5 มม.และค่าความคลาดเคลื่อนในแนวตั้งเท่ากับ +/- 5มม. อุดรอยต่อด้วย BACKING ROD ให้พอดีกับช่องรอยต่อ และทำการอุดร่องผิวภายนอกด้วย POLYURETHANE SEALANT (WHITE) และอุดร่องผิวภายในด้วย ACRYLIC SEALANT แบ่งได้เป็น 4 กรณีดังนี้	รอยต่อแผ่นผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป กำหนดค่าระยะความคลาดเคลื่อนของการติดตั้งเท่ากับ +/- 5 มม.ถึง +/- 8 มม. ทำการอุดปิดรอยต่อด้วย BACKING ROD ด้านภายนอกและภายในอาคาร ให้พอดีกับช่องรอยต่อ แต่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 ม.ม.ร่องผิวภายนอกจะทำการอุดด้วย POLYURETHANE SEALANT (WHITE) อุดร่องผิวภายในด้วย ACRYLIC SEALANT แบ่งได้เป็น 4 กรณีดังนี้

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT
	 SIDE TO SIDE กรณีที่ 1 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างผนังชนผนัง	 SIDE TO SIDE กรณีที่ 1 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างผนังชนผนัง มีการทำช่องว่างรอยต่อตรงกลางให้มีความกว้างขึ้น เพื่อลดแรงดึงผิวภายนอก ป้องกันน้ำไหลเข้าอาคาร
	 SIDE TO WALL กรณีที่ 2 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชนกับเสา ค.ส.ล.	 SIDE TO WALL กรณีที่ 2 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชนกับเสา ค.ส.ล.และผนังก่ออิฐภายในอาคาร มีการทำช่องว่างรอยต่อตรงกลางให้มีความกว้างขึ้น เพื่อลดแรงดึงผิวจากภายนอก ป้องกันน้ำไหลเข้าอาคาร
	 BOTTOM TO TOP กรณีที่ 3 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างผนังทางแนวดิ่ง	 BOTTOM TO TOP กรณีที่ 3 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างผนังทางแนวดิ่ง

ลำดับรายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT
	 SIDE TO WIN กรณีที่ 4 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับเฟรมหน้าต่าง Aluminium มีการออกแบบขอบปูนและร่องหยดน้ำเอาไว้ที่แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เพื่อป้องกันน้ำไหลซึมเข้าสู่ตัวอาคารทางช่องว่างระหว่างผนังกับเฟรมหน้าต่าง Aluminium	ได้มีการออกแบบการป้องกันรองน้ำที่จะเข้ามาในอาคาร โดยกำหนดให้ช่องรอยต่อระหว่างผนัง เอียงออกภายนอกอาคารในแนวดิ่ง เป็นการกันน้ำไหลซึมเข้าตัวอาคาร  SIDE TO WIN กรณีที่ 4 เป็นกรณีรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับเฟรมหน้าต่าง Aluminium มีการทำช่องว่างรอยต่อตรงกลางให้มีความกว้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการไหลของน้ำผ่านช่องผนังอาคาร ข้อสังเกต ชิ้นส่วนผนังมีการออกแบบลบมุมขอบผนัง - ช่วยแก้ไขปัญหาระยะความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง - กันการเสียหายจากการแตกร้าวบริเวณมุมผนัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปบทวิเคราะห์เทคนิคในการก่อสร้าง

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

หัวข้อ		โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป แบบ COMPONENT
1.เทคนิคการออกแบบ	ข้อดี	-ติดตั้งได้ปริมาณมากกว่าในเวลาเท่ากัน -เส้นรอยต่อบนเปลือกอาคารมีน้อย -พิกัดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งมีน้อย	-สะดวกต่อการยกขนส่งและติดตั้งขึ้นงาน
	ข้อด้อย	-ใช้พื้นที่กองเก็บวัสดุมาก	-เส้นรอยต่อบนเปลือกอาคารมีมาก -พิกัดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งมีมาก
2. รอยต่อทางโครงสร้าง	ข้อดี	-ทำการประกอบจุดยึดได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า	-ทำการประกอบจุดยึดได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า -ทำการ DROP INSERT PLATE บน-ล่าง เพื่อเก็บความเรียบร้อยของจุดยึด เวลาเกราท์ปูนปิดทับ
	ข้อด้อย	-จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในการเชื่อมประกอบจุดรอยต่อ -ต้องมีการตรวจเช็ครอยเชื่อม	-จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในการเชื่อมประกอบจุดรอยต่อ -ต้องมีการตรวจเช็ครอยเชื่อม
3. รอยต่อแผ่นคสล. สำเร็จรูป และรอยต่อ	ข้อดี	-ทำงานติดตั้งง่าย -มีการออกแบบบัวกันน้ำและร่องหยดน้ำบริเวณช่องเปิดอาคาร	-มีการออกแบบรอยต่อของผนัง ที่คำนึงถึงการป้องกันน้ำเข้าตัวอาคาร -มีการออกแบบลมมุมผนังอาคารเพื่อป้องกันความเสียหายจากการยกขนส่งและติดตั้ง -ออกแบบลบมุมผนังเพื่อแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้ง
	ข้อด้อย	-บัวกันน้ำเป็นตัวกำหนดรูปแบบสถาปัตยกรรม -ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งมองเห็นได้ชัดเจน จากระนาบผนัง	-ทำงานติดตั้งและทำการอุดรอยต่อยาก -เกิดระยะรอยต่อที่ใหญ่มองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก -เกิดความเสียหายจะทำการแก้ไขตกแต่งได้ลำบาก

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป กับการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ

เทคนิคในการก่อสร้างอาคาร	
ข้อดี	ข้อด้อย
1. งานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป สามารถทำการประกอบติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว	1. ต้องใช้เครื่องจักรในการทำงานเนื่องจากขนาดและน้ำหนักของชิ้นงาน
2. ใช้จำนวนแรงงานในการก่อสร้างน้อยกว่า	2. มีขั้นตอนการทำงานที่มากกว่า
3. งานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นการก่อสร้างแบบแห้ง ไม่ทำให้เกิดความสกปรกใน SITE งานก่อสร้าง	3. ความยืดหยุ่นในการทำงานน้อย ต้องการความแม่นยำสูง
4. ลดการสูญเสียของเศษวัสดุ ที่เกิดในสถานที่ก่อสร้าง	4. ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำการเชื่อมติดตั้ง
5. สามารถควบคุมคุณภาพของงานได้	
6. ไม่เกิดการแตกร้าวบริเวณผิวอาคาร	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 การวิเคราะห์ด้านแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการศึกษาเรื่องแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง อาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ทั้ง 2 โครงการ สามารถนำมาสรุปและวิเคราะห์ออกเป็นเรื่องต่างๆ ได้ดังนี้

6.3.1 วิเคราะห์แรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการศึกษา จะเห็นได้ว่าจำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ จะมีแรงงานที่เหมือนกันประกอบไปด้วย แรงงานติดตั้ง แรงงานแต่งผิว และแรงงานอุดรอยต่อผนัง โดยจำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL มีจำนวน 27 คนและจำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีจำนวน 29 คน โดยมีรายละเอียดแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปเปรียบเทียบทั้ง 2 โครงการดังนี้

ตารางที่ 6.5 แสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ขณะทำการก่อสร้างงานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ

ลำดับ	ประเภทแรงงานหน้างาน	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT	หมายเหตุ
1.	คนรับเครน	2	2	-คนของโครงการ
2.	คนวาง PLATE ในพื้นโครงสร้าง	8	10	-ชุดเดียวกับงานติดตั้ง
3.	คนคุมและตรวจสอบการติดตั้ง	1	1	
4.	งานติดตั้ง PRECAST	8	10	
5.	งานตกแต่งผิว PRECAST	8	8	
6.	งานอุดรอยต่อผนัง PRECAST	10	10	
	รวม	27	29	

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ รติกร ไทรงาม (โครงการ ที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL)
จากการสัมภาษณ์คุณ ชัยยศ มหานิล (โครงการ ที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT)

จากตารางที่ 6.5 จะเห็นได้ว่าโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT มีการใช้กำลังคนงานที่หน้างานติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป มากกว่า โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL เนื่องจาก ขั้นตอนของการติดตั้งที่ต้องใช้คนส่องกล้องระดับเพิ่ม 1 คนต่อ 1 ทีมติดตั้ง รวมเป็น 2 คน และจากการสอบถามผู้จัดการโครงการถ้าใช้ระบบผนังก่ออิฐในการก่อสร้างอาคารต้องใช้แรงงานคนประมาณ 30-40 คนเพื่อที่จะให้เวลาทันกับแผนงานที่วางเอาไว้

ตารางที่ 6.6 แสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของทั้ง 2 โครงการ

ลำดับ	จำนวนแรงงานที่โรงงานผลิต	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT	หมายเหตุ
1.	ผู้จัดการ	1	1	
2.	วัสดุ และ จัดซื้อ	2	2	
3.	ควบคุมการผลิต	6	3	
4.	ทีมทำแบบ	15	14	
5.	ทีมผูกเหล็ก	11	5	
6.	ทีมคอนกรีต	38	8	
7.	ทีมเครน	10	4	
8.	ทีมแต่งผิว	15	6	
9.	ทีมซ่อมบำรุง	8	-	
	รวม	**105**	**43**	

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ สัมฤทธิ์ บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ไพศาล บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

จากตารางที่ 6.6 จะเห็นได้ว่า การผลิตชิ้นส่วนของโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT มีการใช้จำนวนแรงงานที่โรงงานผลิตน้อยกว่า การผลิตชิ้นส่วน ของโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จำนวน 62 คน มีสาเหตุเนื่องจาก กรรมวิธีการผลิต โดยมีชิ้นส่วน PCA ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีการใช้เป็นจำนวนมาก และมีขนาดหน้ากว้างอยู่ 2 ขนาด ได้ทำแบบการผลิตเป็นแบบที่สามารถเลื่อนปรับขนาดความยาวของแบบได้ (Slide Mould) ทำให้สามารถปรับขนาดความยาวของชิ้นงานได้สะดวก และทีมคอนกรีตกับทีมแต่งผิวคอนกรีตในการผลิตชิ้นส่วนโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป แบบ PANEL จะมีจำนวนมากกว่าเนื่องมาจาก ขนาดของชิ้นส่วนที่ทำการผลิตมีขนาดที่ใหญ่ ทำให้ต้องใช้จำนวนแรงงานมากขึ้น

6.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

ตารางที่ 6.7 แสดงเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน ของทั้ง 2 โครงการ

ลำดับ	เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT	หมายเหตุ
1.	เครนราง	6	-	รับน้ำหนักได้ 3.5 ตัน
2.	Portal เครน	-	3	รับน้ำหนักได้ 5 ตัน

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ สัมฤทธิ์ บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง

จากการสัมภาษณ์ คุณ ไพศาล บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

หมายเหตุ : เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานเป็นเครื่องจักรของเดิมที่มีใช้ในโครงการอื่นๆ ก่อนหน้านี้แล้ว

ตารางที่ 6.8 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการติดตั้งแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ของทั้ง 2 โครงการ ที่หน้างานก่อสร้าง

ลำดับ	เครื่องมือและอุปกรณ์	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT	หมายเหตุ
1.	ทาวเวอร์เครน	2	2	-ทางโครงการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการใช้งานให้
2.	รอกสาว	8	8	
3.	รอกดึง	-	2	
4.	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (ตู้เชื่อม)	4	5	
5.	สเกล	40	50	-อุปกรณ์จับสลิงเข้ากับชิ้นงาน
6.	กล้องส่องระดับ	-	2	
7.	ระดับน้ำ	2	-	
8.	อุปกรณ์โรยตัว	10	12	
9.	ปืนอิงซิลิโคน	10	10	

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ คุณ เสรี บริษัท พรีคาส เอ็นจิเนียริ่ง
จากการสัมภาษณ์ คุณ ชัยยศ บริษัท พี.ซี.เอ็ม คอนสตรัคชั่น

โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT มีปริมาณการใช้เครื่องมือที่มากกว่าเนื่องจากลักษณะแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป และการวางแผนงานการติดตั้งสำหรับการใช้ทาวเวอร์เครนยกชิ้นส่วนขึ้นไปแขวนบนชั้นอาคารของทั้ง 2 โครงการ ทางผู้รับเหมาหลักของโครงการจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ ซึ่งสรุปได้ว่า ลักษณะและน้ำหนักของชิ้นส่วน กระบวนการติดตั้ง และเวลา เป็นตัวกำหนดการเลือกเครื่องมือ และอุปกรณ์การใช้งาน

6.4 การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง

จากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาด้านราคาค่าก่อสร้างส่วนงานผนังภายนอกอาคารที่เป็นการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ระหว่างโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL มาวิเคราะห์เทียบกับราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ทั้งนี้ได้นำราคาค่าก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังก่ออิฐ ที่ทำการจำลองจากแผนงานการก่อสร้างเดิมของโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด ที่เดิมจะใช้การก่อสร้างผนังภายนอกอาคารด้วยระบบผนังก่ออิฐ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยสามารถแยกลำดับการวิเคราะห์ออกได้ดังนี้

6.4.1 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกอาคาร

ตารางที่ 6.9 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าต่อหน่วยที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป

ลำดับ	รายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL		โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT		หมายเหตุ
		ค่าวัสดุ (บาท/ ตร.ม.)	ค่าแรงงาน (บาท/ ตร.ม.)	ค่าวัสดุ (บาท/ ตร.ม.)	ค่าแรงงาน (บาท/ ตร.ม.)	
1.	แผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	1,100	100	1,200	200	
2.	งานแต่งผิวผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป	30	30	-	100	
3.	งานอุดปิดรอยต่อ	40	80	54	81	
4.	รวม	**1,170.00**	**210.00**	**1,254.00**	**381.00**	
5.	ราคารวม บาท/ ตร.ม.	**1,380.00**		**1,635.00**		

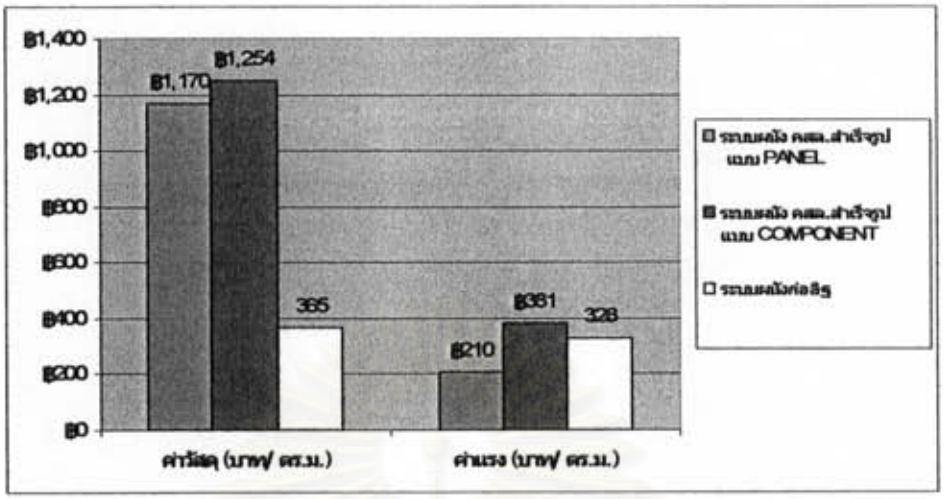
ที่มา : จากการจดบันทึกและการสัมภาษณ์ขณะดำเนินงานก่อสร้าง โดยผู้วิจัย

ตารางที่ 6.10 แสดงราคาต่อหน่วยที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังก่ออิฐภายนอกอาคารจากการจำลอง แผนงานก่อสร้างเดิม โครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด

ลำดับ	รายการ	ระบบผนังก่ออิฐ		หมายเหตุ
		ค่าวัสดุ (บาท/ ตร.ม.)	ค่าแรงงาน (บาท/ ตร.ม.)	
1.	ผนังก่ออิฐมอญ ครึ่งแผ่น ระยะสูง พร้อมเสาเอ็น	225.00	88.00	
2.	ผนังฉาบปูนเรียบภายนอก	85.00	160.00	
4.	ผนังฉาบปูนเรียบภายใน	55.00	80.00	
	รวม	**365.00**	**328.00**	
	ราคารวม บาท/ ตร.ม.	**693.00**		

ที่มา: จากราคาค่าก่อสร้างของแผนงานก่อสร้างเดิมโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด

แผนภูมิที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบราคาต่อตารางเมตร ของค่าก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร



จากตารางการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคารจะเห็นได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกเท่ากับ 1,380.00 บาท/ ตร.ม. ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกเท่ากับ 1,635.00 บาท/ ตร.ม. และราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ ที่จำลองมาจากแผนงานก่อสร้างเดิมของโครงการ ชิตี้ สมาร์ท คอนโด จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกเท่ากับ 693.00 บาท/ ตร.ม.ซึ่งสรุปได้ว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกสูงกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL และยังสรุปได้อีกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปจะมีราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกสูงกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ซึ่งหาค่าความแตกต่างได้ดังนี้

- ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอก ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป(แบบ PANEL) / ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป(แบบ COMPONENT) = 1,380 x 100 / 1,635

= 84.40

= 100-84.40

= 15.6 %

ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้าง ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มากกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL = 15.6 %

- ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอก ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL กับโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ

ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนังก่ออิฐ / ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป (แบบ PANEL) = 693 x 100 / 1,380

= 50.21

= 100-50.21

= 49.79 %

ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL มากกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ = 49.79 %

- ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอก ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT กับระบบผนังก่ออิฐ

ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนังก่ออิฐ / ราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป(แบบ COMPONENT) = 693 x 100 / 1,635

= 42.38

= 100-42.38

= 57.62 %

ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มากกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ = 57.62 %

จากแผนภูมิที่ 6.2 จะเห็นถึงความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร โดยการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีราคาค่าก่อสร้างสูงที่สุด รองลงมาคือการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL และอันดับสุดท้ายคือการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ สาเหตุความแตกต่างของราคาจะอยู่ที่ ราคาวัสดุที่ใช้ เนื่องจากวัสดุที่นำมาก่อสร้างอาคารเป็นชิ้นส่วนค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ทำการผลิตมาจากโรงงาน รองลงมาเป็นส่วนของราคาค่าแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง

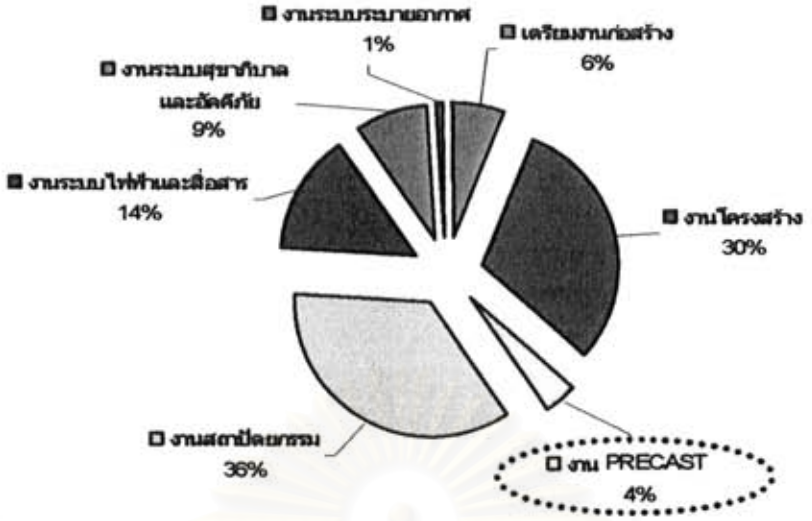
6.4.2 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างแบ่งตามหมวดต่าง ๆ

เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงสัดส่วนค่าก่อสร้าง งานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เมื่อเทียบกับสัดส่วนค่าก่อสร้างอาคารในส่วนอื่นๆ ของทั้ง 2 โครงการ โดยแยกออกเป็นหมวดต่างๆ ดังนี้

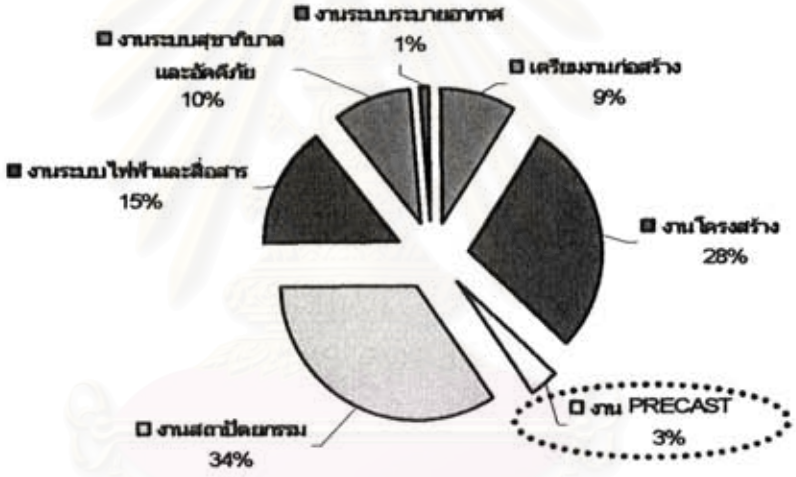
ตารางที่ 6.11 แสดงการเปรียบเทียบราคารวมค่าก่อสร้าง ระหว่างโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป

ลำดับ	รายการ	โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL		โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป แบบ COMPONENT	
		ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1.	เตรียมงานก่อสร้าง	20,590,000.00	6%	31,500,174.79	9%
2.	งานโครงสร้าง	102,169,033.30	28%	102,335,824.00	27%
3.	งานตกแต่งผิวพื้น	12,984,990.00	4%	6,145,155.00	2%
4.	**งาน PRECAST และงานตกแต่งผนัง PRECAST**	**13,503,300.00**	**4%**	**12,157,860.00**	**3%**
5.	งานผนังและตกแต่งผิวผนัง (ผนังอื่นๆ)	33,544,619.00	10%	29,544,806.00	8%
6.	งานฝ้าเพดาน	8,595,245.00	2%	7,588,500.00	2%
7.	งานประตู-หน้าต่างภายใน	13,104,210.00	4%	13,583,491.00	4%
8.	งานประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม	18,262,000.00	5%	20,802,925.00	6%
9.	งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	19,565,780.00	6%	17,152,630.00	5%
10.	งาน GRC.	-	-	5,612,468.00	2%
11	งานทาสี	10,626,370.00	3%	5,626,170.00	2%
12.	งานเบ็ดเตล็ด	14,371,660.00	4%	16,387,257.50	5%
13.	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	48,449,999.60	14%	52,984,998.00	14%
14.	งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	29,812,207.00	9%	34,284,038.00	10%
15.	งานระบบระบายอากาศระบบอัดอากาศ	3,210,000.00	1%	3,691,500.00	1%
รวม		349,153,413.90	100 %	359,396,837.30	100 %
ดำเนินการ		17,457,670.69		-	
กำไร		31,423,807.25		35,939,683.73	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม		27,862,442.43		25,157,778.61	
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		**425,897,334.27**		**420,494,299.60**	

ที่มา : จากการจดบันทึกและการสัมภาษณ์ขณะดำเนินงานก่อสร้าง โดยผู้วิจัย



แผนภูมิที่ 6.3 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานก่อสร้างอาคาร โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL



แผนภูมิที่ 6.4 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานก่อสร้างอาคาร โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

จากแผนภูมิที่ 6.3 และ 6.4 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนค่าก่อสร้างเมื่อแยกตามหมวดต่างๆ หมวดงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป (PRECAST) มีผลต่อราคารวมค่าก่อสร้างไม่มากนัก โครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL ท่ากับ 4% และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เท่ากับ 3 % ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ดูจะเห็นได้ว่า สัดส่วนงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของโครงการที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนแบบ PANEL จะมีสัดส่วนที่มากกว่า งานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของโครงการที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เนื่องจาก มีปริมาณการใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคารที่มากกว่า

แต่ถ้าเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างด้วยผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปต่อหน่วย โครงการที่ก่อสร้างด้วยผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่า

6.5 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้าง

จากการศึกษาด้านระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป สามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร ระหว่างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL และ โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT และได้มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐจากการจำลองแผนการก่อสร้างเดิมของโครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด ขึ้น เพื่อให้เห็นถึงระยะเวลาในการก่อสร้างจริงของการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร ได้ดังนี้

6.5.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร

ในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยได้คำนวณเวลาการก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ จำนวนพื้นที่ผนังภายนอกอาคาร (ต่อชั้น) ทั้ง 2 โครงการมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน และสำหรับระบบผนังก่ออิฐจำนวนแรงงานที่ใช้คิดปริมาณงาน ได้สมมติให้มีจำนวนเท่ากับจำนวนแรงงานที่ใช้ในการติดตั้งระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของโครงการเดียวกัน โดยทำการเปรียบเทียบในขั้นตอนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อหาระยะเวลาในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารเฉลี่ยต่อชั้นว่ามีความได้เปรียบเสียเปรียบกันอย่างไร มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6.12 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร ด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของทั้ง 2 โครงการ

ที่	งานติดตั้ง PRECAST	ระยะเวลา (เดือน)														รวม (วัน)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1.	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL															245
2.	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT															334

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

จากตารางที่ 6.12 จะเห็นได้ว่าโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างมากกว่า โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL โดยเมื่อวิเคราะห์ระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยต่อชั้นของอาคาร สามารถวิเคราะห์โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ระยะเวลาเฉลี่ยต่อชั้น ที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL

$$\frac{\text{เวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง (วัน)}}{\text{จำนวนชั้นที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป}} = \frac{245}{29} = 8$$

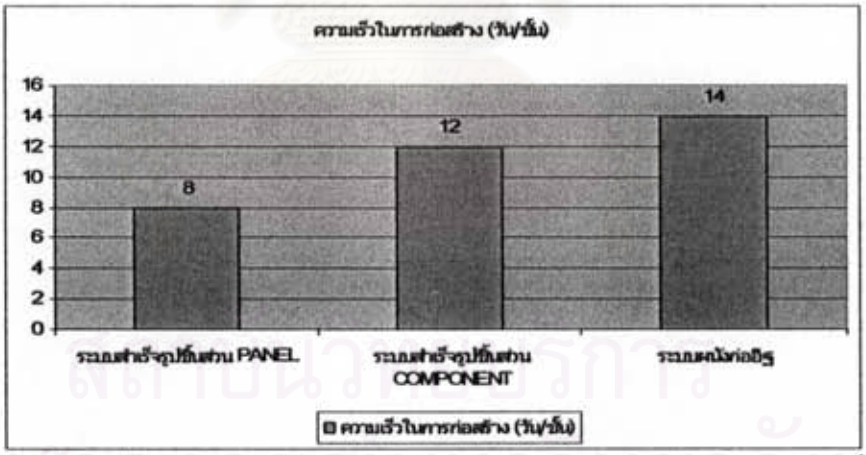
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL = 8 วัน/ ชั้นหรือเท่ากับ 29.19 ตร.ม./ วัน

- ระยะเวลาเฉลี่ยต่อชั้น ที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

$$\frac{\text{เวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง (วัน)}}{\text{จำนวนชั้นที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป}} = \frac{323}{27} = 11.9 \text{ วัน (12 วัน)}$$

ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT = 12 วัน/ ชั้นหรือเท่ากับ 20.45 ตร.ม./ วัน
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารด้วยการก่ออิฐเท่ากับ 14 วัน/ ชั้น หรือเท่ากับ 17.54 ตร.ม./ วัน

แผนภูมิที่ 6.5 เปรียบเทียบความเร็วที่ใช้ในการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารโดยเฉลี่ย(ต่อชั้น)



จากแผนภูมิที่ 6.5 จะเห็นได้ว่า การก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จะมีความเร็วมากกว่า การก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เนื่องจากมีจำนวนชิ้นงานที่ทำการประกอบติดตั้งน้อยกว่า ในขณะที่ปริมาณงานเท่ากัน และมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ก่อสร้างได้ช้าคือ การยกแขวนชิ้นงานต้องรอให้ทาวเวอร์เครนว่างจากงานหลักก่อน การก่อสร้างที่ไม่ตรงตามแผนงานที่วางเอาไว้ และมีขั้นตอนในการทำงานติดตั้งที่มากกว่า สำหรับงานระบบผนังก่ออิฐ จะใช้เวลาในการทำงานมากที่สุด

6.6 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

จากผลการศึกษาด้านปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ระหว่างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL กับโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT พบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นหลายเรื่องทั้งที่เหมือนกันและมีความแตกต่างกัน สามารถนำมาวิเคราะห์ออกเป็นกลุ่มของปัญหาใหญ่ๆได้ 4 กลุ่มปัญหาคือ กลุ่มปัญหาจากขั้นตอนการผลิต, กลุ่มปัญหาจากการวางแผนงาน, กลุ่มปัญหาจากเทคนิคการติดตั้ง, กลุ่มปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้าง โดยเสนอเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 6.13 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ และแนวทางแก้ไข

กลุ่มปัญหา		ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL	1. วงกบหน้าต่างอลูมิเนียมที่นำมาติดตั้ง ไม่สามารถใส่ได้พอดีกับ ขนาดของช่องหน้าต่างภายในแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ที่เตรียมเอาไว้ได้	1. เกิดจากความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	1. ในกรณีที่ผนังติดตั้งใน SITE งานก่อสร้างแล้ว และมีความคลาดเคลื่อนของช่องหน้าต่างไม่มากนัก ให้ทำการตัดผนังด้วยเครื่องเจียร์มือ เพื่อจะสามารถใส่วงกบให้ได้พอดีกับช่องหน้าต่างที่เตรียมเอาไว้ 2. ทำการติดตั้งหน้าต่าง 3. แต่งผิวชิ้นงานด้วยปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน
2. ปัญหาที่เกิดจากการวางแผนงาน	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL	1. ปัญหาของลำดับการติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้าง	1. เกิดจากการวางแผนการหล่อ ที่ทำการหล่อเป็นชุดๆ ตามรหัสแผ่น (ส่วนใหญ่จะเป็นชุด ตามแนวตั้งของอาคาร) ทำให้การติดตั้งไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้างที่เสร็จเป็นชั้นๆ ตามแนวระนาบ จึงเกิดการกองแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ใน SITE งานก่อสร้าง	1. จัดที่กองเก็บวัสดุที่รอการติดตั้งไว้ให้เป็นระเบียบ 2. ทำการกำหนดแผนการผลิตใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับงานโครงสร้าง โดยอาจแบ่งกลุ่มในการติดตั้งในแต่ละด้าน

กลุ่มปัญหา		ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
3. เทคนิคในการก่อสร้าง	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL	1. ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	1. เกิดจากการติดตั้ง PLATE ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับแบบที่ระบุเอาไว้ระหว่างขั้นตอนการทำโครงสร้างพื้นอาคาร	1. ทำการสกัดหาตำแหน่ง PLATE เหล็กใหม่ให้ตรงกับตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง 2.ใช้ EXPANSION BOLT ยึด PLATE เหล็กให้ติดกับพื้นโครงสร้างอาคาร จากนั้นทำการเชื่อมจุดยึดตามปกติ โดยกรณีศึกษาใช้ EXPANSION BOLT 4-M12 ในการยึด PLATE เหล็ก
	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT			
	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL	2. เกิดความเสียหาย ขึ้นกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	1. เกิดจากขั้นตอนการขนส่ง และ ยกประกอบติดตั้ง ขาดความระมัดระวัง ทำให้แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป กระทบกับตัวอาคาร และระหว่างตัวแผ่นสำเร็จรูปเอง ทำให้เกิดความเสียหายขึ้น	1. ทำการตกแต่งชิ้นงานที่เกิดความเสียหาย ด้วยด้วยปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน 2. ระมัดระวังในการยกขนส่งและติดตั้งชิ้นงาน
	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT			
	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT	3. พื้นที่สำหรับทำงานติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปมีไม่เพียงพอ	1. เกิดจากการทำงานข้ามขั้นตอนที่วางเอาไว้ คือมีการก่อผนังภายในก่อนที่จะทำการติดตั้ง แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เมื่อนำแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปมาแขวนติดตั้ง ทำให้มีพื้นที่ทำงานมีจำกัด	1. เว้นระยะพื้นที่การติดตั้งอย่างน้อย 1.00 ม. 2.ทำงานตามขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้ คือเมื่องานโครงสร้างแล้วเสร็จ ขั้นตอนการติดงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปต้องมาก่อนขั้นตอนงานก่อสร้างอื่น ๆ

กลุ่มปัญหา		ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
3. เทคนิคในการก่อสร้าง	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT	4. การอุดปิดรอยต่อด้วย POLYURTHANE SEALANT ภายนอกอาคารทำงานยาก	1. เนื่องจากการออกแบบลบมุมชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้แนวอุดปิด POLYURTHANE ทำงานได้ลำบาก	1. ใช้เทปกาวกันแนวอุดปิดรอยต่อ 2. ทำการฉีด POLYURTHANE SEALANT 3. ทำการแต่งผิวด้วยโฟมปาดเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม (ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน)
4. กลุ่มปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการก่อสร้าง	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL	1. การยกแผ่นขึ้นไปติดตั้งบนตัวอาคาร มีระยะเวลาจำกัด	1. เนื่องจากการยกแขวนแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ต้องใช้ทาวเวอร์เครนชุดเดียวกันกับทาวเวอร์เครนที่ใช้ในโครงการ ทำให้มีเวลาจำกัด ในการยกแขวนแผ่น	1. กำหนดเวลาใช้ทาวเวอร์เครนไม่ให้ตรงกับเวลาทำงานปกติของผู้รับเหมาหลักทางโครงการ
	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องของการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป สามารถนำมาสรุปผลและเสนอแนะเพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบการก่อสร้างในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้กับอาคารสูงประเภทอาคารชุดพักอาศัยหรือโครงการอสังหาริมทรัพย์อื่นๆ โดยสามารถสรุปออกเป็นเรื่องต่างๆ ได้ดังนี้

7.1 สรุปผลการวิจัย

การพิจารณาการก่อสร้างผู้วิจัยได้ใช้แบบอาคารที่เป็นการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคารของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL กับ โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จากการก่อสร้างจริงมาใช้เป็นกรณีศึกษา โดยวิธีการเฝ้าสังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ขณะดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนเทคนิคต่างๆ ในการก่อสร้าง แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ก่อสร้าง ราคา ระยะเวลาในการก่อสร้าง ปัญหาในการก่อสร้าง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

7.1.1 ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง มีดังต่อไปนี้

1. การออกแบบและปรับเปลี่ยนระบบการก่อสร้าง
2. วางแผนและเตรียมงานก่อสร้าง

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3. ทำการผลิตชิ้นส่วนผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ตามที่ฝ่ายออกแบบได้จัดทำเอาไว้จากโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามแผนงานการติดตั้ง
4. ทำการขนส่งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปไปไว้ที่ SITE งานเพื่อทำการติดตั้งตามแผนงานการติดตั้ง

การเตรียมงานก่อสร้าง

5. เมื่อทางโครงการเริ่มงานโครงสร้างอาคาร จะต้องทำการฝัง Plate เหล็กเอาไว้ในโครงสร้างพื้น ตามตำแหน่งที่ระบุเอาไว้ใน Shop dwg.
6. ทำการเช็คแนวระดับโครงสร้างพื้นไม่ให้เกิน ระยะที่แบบกำหนดไว้อันจะอุปสรรคต่อการติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป
7. ทำเส้น Offset Line เพื่อไว้เช็คระดับในขั้นตอนการติดตั้งผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป

งานติดตั้งชิ้นส่วน

8. ทำการยกชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปขึ้นแขวนยังตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง ด้วยทาวเวอร์เครน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. แขวนชิ้นส่วนด้วยลวดสลิงเข้ากับอุปกรณ์แขวนแผ่นชั่วคราว

10. ทำการปรับระดับด้วยรอกโซ่เพื่อให้ได้แนวระดับ

(ถ้าทำเส้น Offset เอาไว้ในขั้นตอนงานโครงสร้างจะทำการเช็คแนวระดับด้วยระดับน้ำและตลับเมตร ถ้าหากไม่ได้ทำเส้น Offset เอาไว้ต้องทำการเช็คระดับด้วยกล้องระดับทุกครั้ง)

11. ทำการเชื่อมเหล็กแผ่นเข้ากับ Insert Plate

งานตรวจสอบคุณภาพ

12. วิศวกรงานติดตั้ง ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม

13. ทาสีกันสนิมบริเวณรอยเชื่อม

14. เกราท์ปูนปิดช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับโครงสร้างอาคาร

15. ตกแต่งผิวชิ้นงานที่เสียหายด้วยปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน

การอุดปิดรอยต่อ

16. อุดปิดรอยต่อระหว่างแผ่นด้วย Backing Rod และอุดร่องผิวภายนอกด้วย POLYURTHANE SEALANT

17. ทาสีภายนอกอาคาร

18. เริ่มงานระบบอาคาร และงานสถาปัตยกรรมอื่นๆ ที่มีการก่อสร้างเช่นเดียวกับอาคารทั่วๆไป

7.1.2 เทคนิคในการก่อสร้าง

1. ข้อดีข้อด้อยของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL

1.1 ข้อดีของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Panel (เมื่อเทียบกับโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Component)

- ติดตั้งได้ปริมาณมากกว่าในขณะที่ใช้เวลาติดตั้งเท่ากัน
- เส้นรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป บนเปลือกอาคารมีน้อย
- พิกัดคลาดเคลื่อนในการติดตั้งมีน้อย
- ทำงานเช็คปรับระดับการติดตั้งได้ง่ายเนื่องจากมีการทำเส้น Vertical Offset กับเส้น Horizontal Offset เอาไว้ใน ขั้นตอนของงานเตรียมการ
- มีการออกแบบบัวกันน้ำและร่องหยดน้ำบริเวณช่องเปิดอาคาร

1.2 ข้อด้อยของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Panel (เมื่อเทียบกับโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Component)

- ใช้พื้นที่กองเก็บวัสดุมากกว่าเนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่และต้องวางตั้งเอาไว้กับ A-Frame เท่านั้น
- บัวกันน้ำบริเวณช่องเปิดอาคารเป็นตัวกำหนดรูปแบบสถาปัตยกรรม

2. ข้อดีข้อด้อยของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

2.1 ข้อดีของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Component (เมื่อเทียบกับโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Panel)

- สะดวกต่อการยกขนส่งและติดตั้งชิ้นงานเนื่องจากชิ้นงานมีขนาดไม่ใหญ่มาก
- ทำการ DROP INSERT PLATE บน-ล่าง เพื่อเก็บความเรียบร้อยของจุดยึด เวลาเกราท์ปูนปิดช่องว่างระหว่างผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปกับโครงสร้างอาคาร
- มีการออกแบบรอยต่อของผนังที่คำนึงถึงการป้องกันน้ำเข้าตัวอาคาร
- มีการออกแบบลมมุมผนังอาคารเพื่อป้องกันความเสียหายจากการยกขนส่งและติดตั้ง
- มีการออกแบบลมมุมผนังอาคารเพื่อแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้ง

2.2 ข้อด้อยของโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Component (เมื่อเทียบกับโครงการที่ใช้ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Panel)

- เส้นรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป บนเปลือกอาคารมีมาก
- พิกัดคลาดเคลื่อนในการติดตั้งมีมาก
- ทำงานติดตั้งยากเนื่องจากขั้นตอนการเตรียมงานไม่ได้ทำเส้น Offset Line เอาไว้ ส่งผลทำให้การติดตั้งต้องส่องกล้องระดับทุกครั้ง และเมื่อเทียบในพื้นที่งานที่เท่ากัน ชิ้นส่วนแบบ Component จะมีปริมาณงานที่ต้องทำการติดตั้งมากกว่า
- เกิดระยะรอยต่อระหว่างแผ่นผนังสำเร็จรูปที่มองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก

3. ข้อดีและข้อด้อยของระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป (เมื่อเทียบกับผนังก่ออิฐ)

3.1 ข้อดีของระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป (เมื่อเทียบกับผนังก่ออิฐ)

- งานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป สามารถทำการประกอบติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว
- ใช้จำนวนแรงงานในการก่อสร้างน้อยกว่า
- งานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นการก่อสร้างแบบแห้ง ไม่ทำให้เกิดความสกปรกใน SITE งานก่อสร้าง
- ลดการสูญเสียของเศษวัสดุ ที่เกิดในสถานที่ก่อสร้าง
- สามารถควบคุมคุณภาพของงานได้
- ไม่เกิดการแตกร้าวบริเวณผิวอาคาร

3.2 ข้อด้อยของระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป (เมื่อเทียบกับผนังก่ออิฐ)

- ต้องใช้เครื่องจักรในการทำงานเนื่องจากขนาดและน้ำหนักของชิ้นงาน

- มีขั้นตอนการทำงานที่มากกว่า
- ต้องการพื้นที่ทำงานสำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป
- ความยืดหยุ่นในการทำงานน้อย ต้องการความแม่นยำสูง
- ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำการเชื่อมยึดติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

7.1.3 แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

1. ใช้แรงงานในการติดตั้งน้อย การติดตั้งงานผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปที่หน้างานก่อสร้าง ของทั้ง 2 โครงการ จะมีแรงงานที่เหมือนกันประกอบไปด้วย แรงงานติดตั้ง แรงงานแต่งผิว และแรงงานอุดรอยต่อผนัง โดยจำนวนแรงงานของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL มีจำนวน 27 คนและจำนวนแรงงานของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีจำนวน 29 คน ดังนั้นเมื่อเทียบค่าจ้างแรงงานต่อตารางเมตร การก่อสร้างด้วยระบบ COMPONENT จึงมีค่าจ้างแรงงานที่สูงกว่า และค่าจ้างในการทำงานต่อคนจะมีค่าจ้างที่ใกล้เคียงกัน สำหรับการผลิตชิ้นส่วนของโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT มีการใช้จำนวนแรงงานที่โรงงานผลิตน้อยกว่า การผลิตชิ้นส่วนของโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL เนื่องจากกรรมวิธีและแบบที่ใช้ในการผลิต

จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ หากเป็นการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐจะต้องใช้แรงงานในการก่อผนังทั้งหมดประมาณ 30-40 คนเพื่อให้ทันกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ จะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบกับการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารระหว่างระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปกับระบบผนังก่ออิฐ จะมีการใช้แรงงานที่หน้างานก่อสร้างลดลง แต่การก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปมีค่าจ้างแรงงานที่สูงกว่า โดยจะมีแรงงานเป็นพวกแรงงานช่างเชื่อม แรงงานแต่งผิว และแรงงานอุดรอยต่อผนัง ซึ่งแรงงานเหล่านี้ต้องอาศัยทักษะในการทำงาน

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปทั้ง 2 โครงการ เครื่องมือส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายกัน แต่โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีอุปกรณ์ที่มากกว่าคือ กล้องส่องระดับ เนื่องจากไม่ได้มีการเตรียมเส้น OFFSET เอาไว้ในขั้นตอนเตรียมงานก่อสร้าง และใช้เครื่องมือมากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐทั่วไปคือ รอกสาว, รอกดึง, เครื่องเชื่อมไฟฟ้า, กล้องส่องระดับ (ในกรณีที่ไม่ได้ทำเส้น OFFSET เอาไว้), อุปกรณ์โรยตัว, ปืนยิงซิลิโคน ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปมีข้อด้อยตรงที่ต้องการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการทำงาน เช่นการใช้เครนในการผลิตและขนส่งชิ้นส่วน การใช้ทาวเวอร์เครน ในการทำงานยกติดตั้งชิ้นส่วนขึ้นไปติดตั้งบนชั้นอาคาร เป็นต้น

7.1.4 ราคาค่าก่อสร้างและระยะเวลาในการก่อสร้าง

1. ราคาค่าก่อสร้าง

ราคาค่าก่อสร้างระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปมีราคาค่าก่อสร้างที่สูง จากการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างงานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปคิดเป็นต่อตารางเมตร ราคาก่อสร้างผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีราคาค่าก่อสร้างที่สูงกว่าผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL ประมาณ 15.6% เนื่องจากราคาของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีรายละเอียดในการผลิตมากกว่าและราคาค่าคิดตั้งซึ่งใช้แรงงานและเวลาที่มากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบผนังก่ออิฐ โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL และชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะมีราคาสูงกว่าประมาณ 49.79% และ 57.62% ตามลำดับ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำผนังคือคอนกรีตเสริมเหล็ก จะมีราคาสูงกว่าผนังก่ออิฐ เมื่อเทียบในปริมาณเท่ากัน

2. ระยะเวลาในการก่อสร้าง

ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปใช้ระยะเวลาก่อสร้างน้อย การก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป จากการเปรียบเทียบความเร็วในการทำงานต่อชั้น โครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL จะใช้เวลาในการก่อสร้างประมาณ 8 วันและโครงการที่ใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT จะใช้เวลาในการก่อสร้างประมาณ 12 วัน ซึ่งหมายถึงการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนแบบ PANEL จะใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่าชิ้นส่วนแบบ COMPONENT เนื่องจากใช้เวลาและจำนวนในการประกอบติดตั้งน้อยกว่าเมื่อเทียบในปริมาณงานที่เท่ากัน จากแผนงานการติดตั้งที่ได้ทำเส้น Offset ในขั้นตอนของการเตรียมงานติดตั้ง และจากช่วงเวลาจำกัดในการใช้ทาวเวอร์เครนสำหรับยกแขวนชิ้นงาน และเมื่อเทียบกับการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ จากจำนวนแรงงานและปริมาณที่เท่ากัน ระบบผนังก่ออิฐน่าจะใช้เวลาประมาณ 14 วัน ซึ่งหมายถึงระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปจะสามารถก่อสร้างได้เร็วกว่าระบบผนังก่ออิฐ เนื่องจากการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปสามารถยกขึ้นติดตั้งได้ทันที

จึงสรุปได้ว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ PANEL มีราคาค่าก่อสร้างที่ถูกกว่าชิ้นส่วนแบบ COMPONENT และสามารถก่อสร้างได้เร็วกว่า (แต่ทั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและเครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งและการขนส่งที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบการใช้ชิ้นส่วน) และราคาค่าก่อสร้างขึ้นอยู่กับจำนวนการผลิตและรูปแบบที่นำมาใช้ในการก่อสร้างด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบผนังก่ออิฐ ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปจะมีราคาค่าก่อสร้างที่แพงกว่า แต่สามารถก่อสร้างได้เร็วกว่า ซึ่งการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.

สำเร็จรูปจึงเหมาะกับอาคารที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง เช่นอาคารอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ที่ต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น เป็นต้น

7.1.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

จากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทั้ง 2 โครงการ มีรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต

- วงกบหน้าต่างอลูมิเนียมที่นำมาติดตั้ง ไม่สามารถใส่ได้พอดีกับ ขนาดของช่องหน้าต่างภายในแผ่นผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป (ชิ้นส่วนแบบ PANEL) ที่เตรียมเอาไว้ ได้

2. กลุ่มปัญหาที่เกิดจากการวางแผนงาน

- ปัญหาของลำดับการติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปที่ไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้าง

3. กลุ่มปัญหาทางด้านเทคนิคในการก่อสร้าง

- ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง PLATE ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ไม่ตรงกับระยะที่แสดงไว้ใน Shop Drawing
- เกิดความเสียหาย ขึ้นกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป จากการขนส่งและยกติดตั้ง
- พื้นที่สำหรับทำงานติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปมีไม่เพียงพอ
- การอุดปิดรอยต่อด้วย POLYURTHANE SEALANT ภายนอกอาคารทำได้ลำบาก

4. กลุ่มปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการก่อสร้างอื่นๆ

- การยกแผ่นขึ้นไปติดตั้งบนตัวอาคาร มีระยะเวลาจำกัดเนื่องจากต้องใช้ทาวเวอร์เครนชุดเดียวกันกับทางโครงการ

7.1.6 สรุปเงื่อนไขของการนำระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้างอาคารสูง

1. เหมาะกับอาคารสูง ซึ่งมีอุปสรรคและการสูญเสียจากการทำงานผนังภายนอกอาคาร การใช้ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคารจะสามารถลดปัญหาลงได้

2. เหมาะสมกับโครงการที่มีความต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้างอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารประเภทอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ที่มีการแข่งขันทางการตลาดสูง และต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น

3. เหมาะกับอาคารที่มีหน่วยของการก่อสร้างที่ซ้ำกันมากๆ ชิ้นส่วนมีรูปแบบและขนาดการผลิตที่เหมือนกัน การเชื่อมจุดรอยต่อ การอุดรอยต่อระหว่างแผ่นที่เหมือนกัน

4. ก่อนเลือกใช้ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคาร ควรมีการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจถึงรายระเอียดต่างๆ ของระบบให้ดีเสียก่อน เช่นเรื่อง การออกแบบ การผลิต การขนส่ง การติดตั้ง การออกแบบรอยต่อ การเชื่อมยึด เป็นต้น

5. การออกแบบต้องคิดเริ่มต้นจากแนวคิดระบบอุตสาหกรรมและพิจารณาถึงระบบ MODULAR ไม่ใช่จากการพัฒนาแบบทั่วไป จะทำให้งานต่างๆ ง่ายขึ้น ชิ้นส่วนน้อยลงใช้ร่วมกันได้มากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการก่อสร้างถูกลง รูปแบบอาคารควรเป็นรูปแบบที่เรียบง่ายมีความสวยงาม และเกิดประโยชน์ใช้สอยมากที่สุด

6. ควรมีการวางแผนงานที่ดี ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ การผลิต ไปจนถึงขั้นตอนการประกอบติดตั้ง ก่อสร้างอาคาร จะต้องสัมพันธ์และควบคู่กันไปเสมอ

7. แบบการผลิตและแบบ SHOP DRAWING ควรแสดงรายละเอียดที่ครบถ้วน ชัดเจน และมีความสัมพันธ์ไม่ขัดแย้งกัน

8. การเลือกรูปแบบของผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป ต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดทางด้านการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง

9. การทำงานติดตั้งมีขั้นตอนการทำงานและใช้อุปกรณ์เครื่องมือมากกว่าการก่อสร้างแบบเดิม แต่ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า

10. ใช้แรงงานในการติดตั้งน้อย แต่ต้องอาศัยแรงที่มีทักษะความชำนาญ และมีประสบการณ์ในการทำงาน ใช้แรงงานในการผลิตเป็นจำนวนมาก และต้องเป็นแรงงานที่มีฝีมือและทักษะในการทำงาน

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL

1.1 การออกแบบสามารถเริ่มต้นจากแนวคิดระบบอุตสาหกรรม และพิจารณาถึงระบบ MODULAR

1.2 พิจารณาเรื่องการออกแบบระบบการกันน้ำบริเวณรอยต่อ

1.3 ควบคุมคุณภาพการขนส่งและการติดตั้งชิ้นงาน เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ COMPONENT

2.1 การออกแบบสามารถเริ่มต้นจากแนวคิดระบบอุตสาหกรรม และพิจารณาถึงระบบ MODULAR

2.2 ควบคุมคุณภาพการขนส่งและการติดตั้งชิ้นงาน เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน

2.3 การวางแผนโครงการ และการบริหารจัดการงานก่อสร้าง ต้องปฏิบัติตามแผนงาน

2.4 พิจารณาการเลือกใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL เพื่อลดระยะเวลาการติดตั้งลงได้

2.5 ควบคุมคุณภาพการขนส่งและการติดตั้งชิ้นงาน เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน

2.6 หลีกเลี่ยงการออกแบบอาคารที่มีความซับซ้อน ก่อให้เกิดปัญหา ในการผลิตและการติดตั้งชิ้นส่วน ที่ไม่ตรงกับที่ได้ทำการออกแบบไว้

3. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการที่สนใจจะนำการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร ไปใช้ในโครงการอื่นๆ ควรดำเนินการดังนี้

3.1 ผู้ประกอบการควรที่จะมีการศึกษา และทำความเข้าใจในระบบการก่อสร้างนี้ เพื่อไม่ให้เกิดผลผิดพลาดเมื่อดำเนินการ

3.2 การออกแบบต้องคิดเริ่มต้นจากแนวคิดระบบอุตสาหกรรมและพิจารณาถึงระบบ MODULAR ไม่ใช่จากการพัฒนาแบบทั่วไป

3.3 ต้องมีการเตรียมการ ก่อนนำระบบการก่อสร้างระบบนี้มาใช้ ต้องจัดให้มีการอบรมช่างฝีมือแรงงาน ให้มีความเข้าใจและเกิดความชำนาญมากขึ้น เพื่อการปฏิบัติงานที่เพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งจะสัมพันธ์ด้านต้นทุน คุณภาพและเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง

3.4 รูปแบบอาคารควรเป็นรูปแบบที่เรียบง่ายมีความสวยงาม และเกิดประโยชน์ใช้สอยมากที่สุด

7.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ควรมีการศึกษาถึงการวางแผนจัดการงานก่อสร้าง โครงการที่มีการใช้ระบบสำเร็จรูปร่วมกับการทำงานในส่วนงานอื่นๆ ว่าควรจะมีวิธีการวางแผนจัดการงานก่อสร้างอย่างไรเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการศึกษาถึงการออกแบบระบบรอยต่อและวัสดุที่ไม่ต้องการ การดูแลรักษาเมื่อวัสดุที่ใช้เกิดการเสื่อมสภาพ (Maintenance Free) เนื่องจากการบำรุงรักษาผนังภายนอกอาคารสูงต้องให้งบประมาณเป็นจำนวนมากในแต่ละครั้ง

3. ผู้วิจัยเห็นว่า น่าจะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความแข็งแรงคงทน ของวัสดุและรอยต่อทางโครงสร้างเมื่ออายุการใช้งานผ่านไป และศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดกับโครงสร้างอาคารขณะใช้งาน

4. ผู้วิจัยเห็นว่า ในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร ประชาชนส่วนมากยังไม่ไม่ใจในความปลอดภัยจากการก่อสร้าง จึงควรมีการศึกษาถึงทัศนคติเกี่ยวกับผู้อยู่อาศัยเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างด้วยผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร

5. ผู้วิจัยเห็นว่า น่าจะมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารสูง ระหว่างระบบสำเร็จรูป กับ ระบบกึ่งสำเร็จรูป ว่ามีความได้เปรียบเสียเปรียบกันอย่างไรบ้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คมสันต์ ลัทธิธรรมพงศ์, วีระพล งามวงษ์วาน, ศรธี กูลมงคลรัตน์. เปรียบเทียบระบบโครงสร้างอาคารพักอาศัยในด้านค่าก่อสร้างและราคา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2542.

ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอน INDUSTRY BUILDING, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทวี ศรีบุญเรือง และวิชยา วัฒนานุกิจ, เอกสารประกอบคำบรรยาย หลักสูตร "เทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้าง รุ่นที่ 3 เจาะลึกระบบสำเร็จรูป" เรื่องเทคนิคออกแบบในระบบสำเร็จรูป. กรุงเทพมหานคร : การเคหะแห่งชาติ, 2540.

ประทีป อิทธิเมธินทร์. การศึกษาระบบก่อสร้างสำเร็จรูป สำหรับอาคารพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520

มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,. 2540.

สุทธิพล วิวัฒนทีปะ และ วิ เจียรวิโรจน์. การใช้ระบบ PRECAST กับงานอาคาร. ในการประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2540. กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540.

ภาษาอังกฤษ

Albert G.H. Dietz. Industrialized Building Systems for Housing. Cambrid Mass, 1971.

GmbH, Bauverlag, Wiesbaden, and Berlin. Manual of Precast Concrete Construction Vol. 1, 2, 3. Germany : Rud. Becktold & Comp., 1968.

GmbH, Beton-Verlag. Precast Concrete Connection Details. Netherland. 1978.

Haas, A.M. Precast Concrete Design and Applications. Galliard : Applied Science Publishers, 1983.

Henrik Nissen. Industrialized Building and Modular Design. Cement and Concrete Association, London. 1972.

Mario Salvadori. Structure in Architecture. (n.p.): Prentice-Hall, (n.d.)

Morris, A.E.J. Precast Concrete in Architecture. London : George Godwin Limited., 1978.

Narong Rekshanindana. Prefabrication in Housing construction. Master of Engeering Thesis, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand. 1987.

R.M.E. Diamant, MSC. Industrialized Building 1,2,3. In collaboration With the Architect & Building Wews : London Life Book (n.d.)

Rostron, Michael. Light Cladding of Building. London : Architectural Press, 1968.

Waddel,Joseph J.I. Precast Concrete : handling and Erection. 3rd ed. Michigan, 1984.

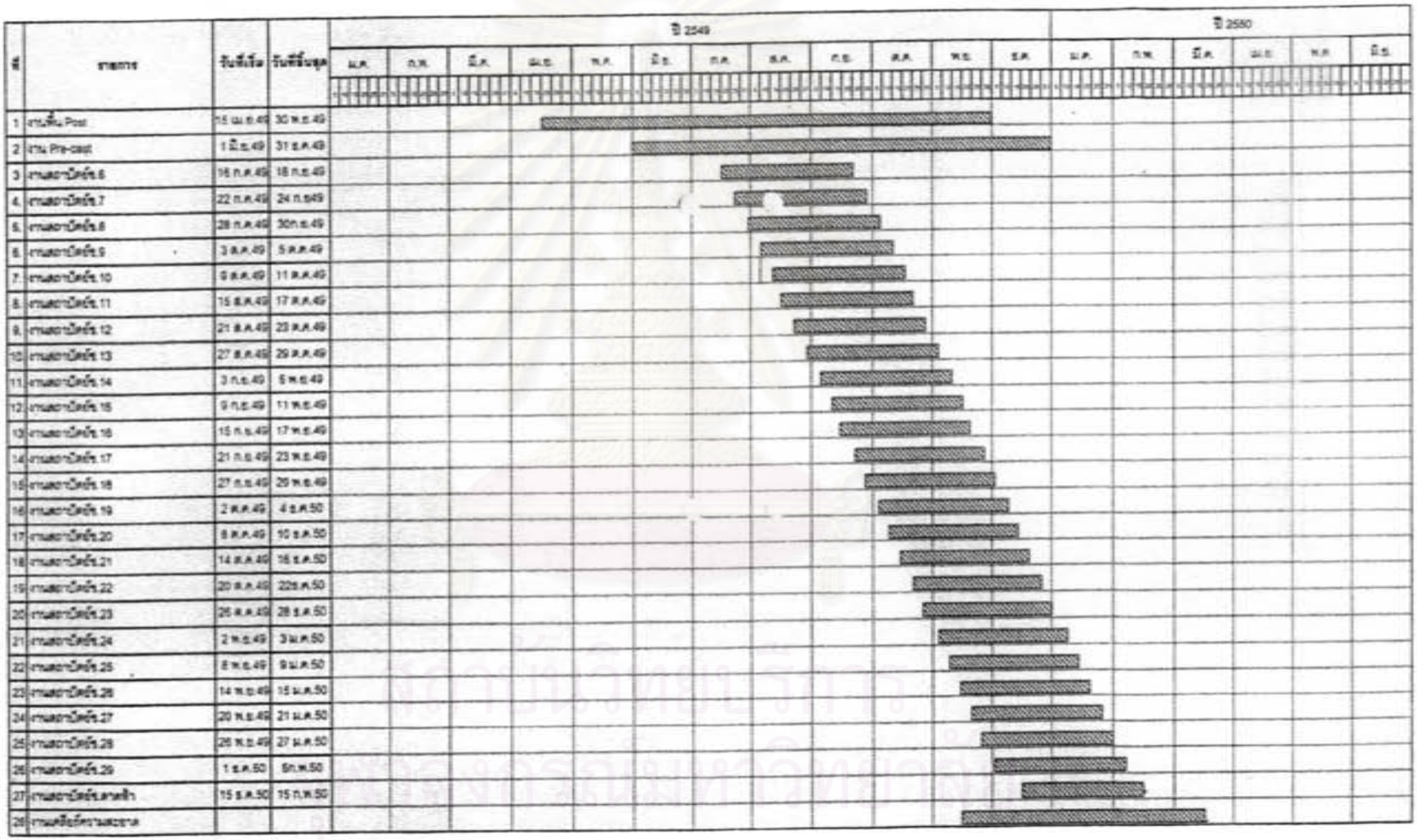
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SCHEDULE

โครงการอุบลพิณิพลส มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา อาคาร A



โครงการ ลุมพินีเพลส นราธิวาส-เจ้าพระยา อาคาร A
สถานที่ : ถนนนราธิวาสราชนครินทร์ แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ

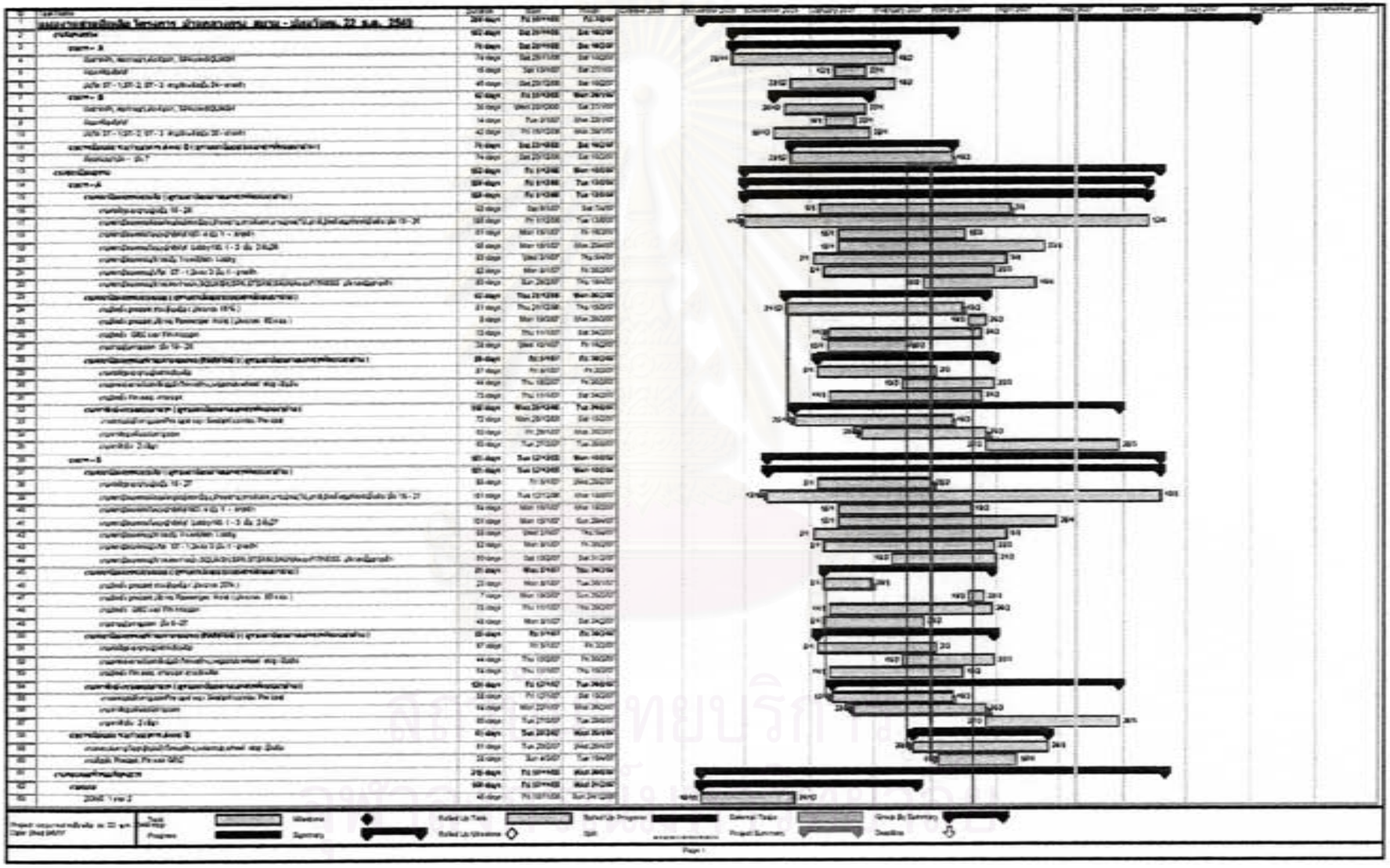
เจ้าของโครงการ : บริษัท แอล.พี.เอ็น.ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)
Date : 7-มี.ค.-07
Page14of 81

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		จำนวนเงิน
				ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	
4.20	ผนังบุกระเบื้อง TG-1011	69	ชิ้น	22.00	1,518.00	10.00	690.00	2,208.00
4.21	ผนังบุกระเบื้อง TG-1075	69	ชิ้น	22.00	1,518.00	10.00	690.00	2,208.00
4.22	ผนังบุกระเบื้อง TG-1076	69	ชิ้น	22.00	1,518.00	10.00	690.00	2,208.00
4.23	ผนังบุวัสดุตามตัวอย่าง (ซีเมนต์บอร์ด)	419	ตร.ม.	425.00	178,075.00	-	-	178,075.00
4.24	แต่งผิวผนัง ลอง.สำเร็จรูป	9,765	ตร.ม.	30.00	293,550.00	30.00	293,550.00	587,100.00
4.25	กระเบื้องกันเปื้อนห้องครัว	432	ชุด	2,800.00	1,209,600.00	-	-	1,209,600.00
	รวมราคางานผนังและตกแต่งผิวผนัง							47,047,919.00

โครงการ ลุมพินีเพลส นราธิวาส-เจ้าพระยา อาคาร A
สถานที่ : ถนนนราธิวาสราชนครินทร์ แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ

เจ้าของโครงการ : บริษัท แอล.พี.เอ็น.ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)
Date : 7-มี.ค.-07

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		จำนวนเงิน
				ราคาหน่วย	ราคารวม	ราคาหน่วย	ราคารวม	
	4. งานผนังและตกแต่งผิวผนัง							
4.1	ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป + ซีลแลนท์	9,785	ตร.ม	1,220.00	11,937,700.00	100.00	978,500.00	12,916,200.00
4.2	ก่ออิฐครึ่งแผ่น	32,785	ตร.ม	120.00	3,934,200.00	80.00	2,622,800.00	6,557,000.00
4.3	ก่ออิฐเต็มแผ่น	408	ตร.ม	220.00	89,760.00	130.00	53,040.00	142,800.00
4.4	ฉาบปูนเรียบ	56,038	ตร.ม	90.00	5,043,420.00	80.00	4,483,040.00	9,526,460.00
4.5	ฉาบปูนโครงสร้าง	12,395	ตร.ม	90.00	1,115,550.00	80.00	991,600.00	2,107,150.00
4.6	กระเบื้องเซรามิค ขนาด 8"x10"	9,022	ตร.ม	350.00	3,157,700.00	150.00	1,353,300.00	4,511,000.00
4.7	กระเบื้องเซรามิค ขนาด 8"x8"	18	ตร.ม	200.00	3,600.00	150.00	2,700.00	6,300.00
4.8	กระเบื้องเซรามิค ขนาด 4"x4" RCI	960	ตร.ม	1,000.00	960,000.00	150.00	144,000.00	1,104,000.00
4.9	กระเบื้องแก้ว ขนาด 2x0.20 ซ.ม. TG-1096	23,262	ชิ้น	35.00	814,170.00	10.00	232,620.00	1,046,790.00
4.10	ผนังยิปซั่มบอร์ด 12 มม. 2 ด้าน โครงเหล็กชุบสังกะสี	4,474	ตร.ม	415.00	1,856,710.00	-	-	1,856,710.00
4.11	ผนังคอนกรีตเปลือยผิวขัดแต่งเรียบ	3,754	ตร.ม.	20.00	75,080.00	20.00	75,080.00	150,160.00
4.12	หินแกรนิตหุ้นโคนเสา	58	ตร.ม.	16,500.00	957,000.00	-	-	957,000.00
4.13	ผนังละว่ายน้ำปูกระเบื้อง ขนาด 4"x4"		ตร.ม	No Detail		Excluded		
4.14	ผนังสำเร็จรูป KOREK Polyester Resin		ห้อง	No Detail		Excluded		
4.15	ผนัง ค.ส.ล.ชั้นใต้ดินทำระบบกันซึม LEX TRZ	445	ตร.ม.	380.00	169,100.00	50.00	22,250.00	191,350.00
4.16	ผู้ดินแกรนิต ขนาด 0.30x0.60 ม.(ในประเทศ)	42	ตร.ม	1,200.00	50,400.00	250.00	10,500.00	60,900.00
4.17	ทำผิวกรวดล้าง		ตร.ม.	No Detail		Excluded		
4.18	ปูนกาว + ปูนปรับระดับ	9,815	ตร.ม.	50.00	490,750.00	30.00	294,450.00	785,200.00
4.19	เสาเอ็น - คานคับหลัง	31,475	ม.	50.00	1,573,750.00	50.00	1,573,750.00	3,147,500.00
	รวมย่อย							**45,066,520.00**



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	:	นายศุภชัย ไชยน
ที่อยู่	:	69 หมู่ 1 ต.ยางเนิ้ง อ.สารภี จ.เชียงใหม่ 50140
เกิด	:	30 พฤศจิกายน 2522
โทรศัพท์มือถือ	:	089-6991431
โทรศัพท์	:	053-423128
E-mail	:	INXTION@hotmail.com, INXTION_JOBS@yahoo.com

การศึกษา

พ.ศ. 2538- 2542	:	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) คณะวิชาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่
พ.ศ. 2543-2545	:	ระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี
พ.ศ. 2548-2549	:	ระดับปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำงาน

พ.ศ. 2544	:	ผึกงานบริษัท แวนการ์ด อาร์คิเท็ค จำกัด
พ.ศ. 2546-2547	:	บริษัท DECA ATELIER
พ.ศ. 2547- ปัจจุบัน	:	สถาปนิกอิสระ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย